

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

JC971 U.S. PTO
10/047131
01/15/02

In Re the Application of : **Takashi KAKU, et al.**
Filed: : **Concurrently herewith**
For: : **DATA TRANSMISSION METHOD.....**
Serial No. : **Concurrently herewith**

#2
JPM
2-20-02

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

January 15, 2002

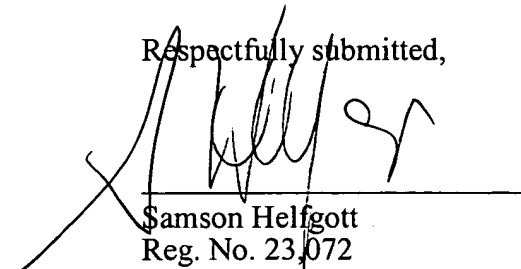
PRIORITY CLAIM AND SUBMISSION
OF PRIORITY DOCUMENT

S I R:

Applicant hereby claims priority under 35 USC 119 from **JAPANESE** patent application no. **2001-186274** filed **June 20, 2001**, a certified copy of which is enclosed.

Any fee, due as a result of this paper, not covered by an enclosed check, may be charged to Deposit Acct. No. 50-1290.

Respectfully submitted,


Samson Helfgott
Reg. No. 23,072

ROSENMAN & COLIN, LLP
575 MADISON AVENUE
IP Department
NEW YORK, NEW YORK 10022-2584
DOCKET NO.: FUJI 19.347
TELEPHONE: (212) 940-8800

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC971 U.S.P.
10/047131
01/15/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 6月20日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-186274

出 願 人

Applicant(s):

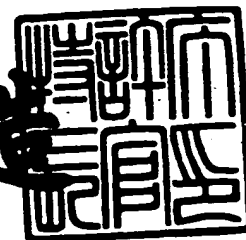
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 9月 6日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3082373

【書類名】 特許願

【整理番号】 0151266

【提出日】 平成13年 6月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 1/00
H04B 15/00
H04J 1/00

【発明の名称】 データ伝送方法及びデータ伝送装置

【請求項の数】 10

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 加來 尚

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 平尾 恭子

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100105337

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 眞鍋 潔

【代理人】

 【識別番号】 100072833

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 柏谷 昭司

【代理人】

【識別番号】 100075890

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 弘一

【代理人】

【識別番号】 100110238

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 壽郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 075097

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9906989

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 データ伝送方法及びデータ伝送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 時間軸上と周波数軸上とによる二次元インタリーブを施し、且つマルチキャリアによりデータを伝送するデータ伝送方法に於いて、

前記二次元インタリーブを施す前段と後段とに於ける高速逆フーリエ変換に必要とするチャンネル数に対して不足するデータを、チャンネルコピーにより形成する過程を含む。

ことを特徴とするデータ伝送方法。

【請求項 2】 チャンネルコピーにより前記高速逆フーリエ変換に必要とするチャンネル数のデータとし、該高速逆フーリエ変換後に前記チャンネルコピーにより等価的に時間軸上に発生したゼロ点を除去して、前記二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部に入力する過程を含むことを特徴とする請求項 1 記載のデータ伝送方法。

【請求項 3】 チャンネルコピーにより等価的に時間軸上にゼロ点を発生させ、時間／周波数インタリーブ部の前段の第 1 の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャンネル数のデータとし、該第 1 の高速逆フーリエ変換部の逆フーリエ変換出力の前記ゼロ点を除去して二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部に入力し、該時間／周波数インタリーブ部による二次元インタリーブ出力を該時間／周波数インタリーブ部の後段の第 2 の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャンネル数のデータとなるようにチャンネルコピーを行う過程を含むことを特徴とする請求項 1 記載のデータ伝送方法。

【請求項 4】 前記時間／周波数インタリーブ部の前段の第 1 の高速逆フーリエ変換部と後段の第 2 の高速逆フーリエ変換部とに於いて必要とするチャンネル数を同一に設定したことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項記載のデータ伝送方法。

【請求項 5】 時間軸上と周波数軸上とによる二次元インタリーブを施し、且つマルチキャリアによりデータを伝送するデータ伝送方法に於いて、
前記二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部の前段の第 1 の高

速逆フーリエ変換部に必要とするチャンネル数を、ゼロ値追加により形成する過程を含む

ことを特徴とするデータ伝送方法。

【請求項 6】 時間軸上と周波数軸上とによる二次元インタリーブを施し、且つマルチキャリアによりデータを伝送するデータ伝送装置に於いて、

前記二次元インタリーブを施す前段と後段とに於ける高速逆フーリエ変換部に必要とするチャンネル数に対して不足するデータを、チャンネルコピーにより形成するチャンネルコピー部を備えた

ことを特徴とするデータ伝送装置。

【請求項 7】 二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部と、該時間／周波数インタリーブ部の前段の第 1 の高速逆フーリエ変換部と後段の第 2 の高速逆フーリエ変換部と、前記第 1 及び第 2 の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャンネル数のデータをコピーにより形成する第 1 及び第 2 のチャンネルコピー部と、前記第 1 の高速逆フーリエ変換部の逆フーリエ変換出力の前記データコピーにより形成されたゼロ点を除去するゼロ点除去部とを備えたことを特徴とする請求項 6 記載のデータ伝送装置。

【請求項 8】 前記時間／周波数インタリーブ部の前段の第 1 の高速逆フーリエ変換部と、該時間／周波数インタリーブ部の後段の第 2 の高速逆フーリエ変換部とに於けるチャンネル数を同一に設定したことを特徴とする請求項 6 又は 7 記載のデータ伝送装置。

【請求項 9】 時間軸上と周波数軸上とによる二次元インタリーブを施し、且つマルチキャリアによりデータを伝送するデータ伝送装置に於いて、

前記二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部と、

該時間／周波数インタリーブ部の前段の第 1 の高速逆フーリエ変換部及び該時間／周波数インタリーブ部の後段の第 2 の高速逆フーリエ変換部と、

前記第 1 の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャンネル数をゼロ値追加により形成するゼロ値追加部を備えた

ことを特徴とするデータ伝送装置。

【請求項 10】 前記第 1 の高速逆フーリエ変換部の逆フーリエ変換出力の

前記ゼロ値追加に相当するゼロ値を間引く間引処理部を設けたことを特徴とする請求項 9 記載のデータ伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、送信データに周波数軸上と時間軸上とによる二次元インターリーブを施し、且つマルチキャリア方式により伝送するデータ伝送方法及びデータ伝送装置に関する。適用分野としては、電力線搬送に限らず、有線分野ではADSL、VDSL、CATV等、無線分野では2.4GHzの無線LANやデジタル放送等、又光伝送分野ではWDM等の多岐にわたるものである。

【0002】

【従来技術】

有線、無線等の各種の伝送路を介してデータを伝送するシステムが利用されており、安定なデータ伝送及びその伝送速度の向上が要望されている。又有線データ伝送システムとして、既設の電話回線や配電線を利用するシステムも各種提案されている。又変電所から、例えば、6.6kVの高圧配電線を介して各トランスに給電し、各トランスにより100V又は200Vに降圧して、低圧配電線により各家庭等の需要家に給電する配電システムがあるから、この低圧配電線をデータ伝送路として利用するデータ伝送システムが各種提案されている。

【0003】

このような低圧配電線を利用したデータ伝送システムに於いては、高圧配電線側は、その高圧配電線に沿って敷設した光ファイバ伝送路を利用し、トランスの位置で、光ファイバ伝送路と低圧配電線との間をモデムで接続し、且つ端末装置と低圧配電線との間をモデムで接続し、低圧配電線をデータ伝送路として利用することによりデータ伝送を行うものである。この場合、端末装置に対しても低圧配電線を介して動作電力を給電するから、コンセントに接続するだけで、端末装置内に設けたモデムを利用してデータ伝送が可能となる。

【0004】

この場合、低圧配電線は、例えば、 $1\mu\text{H}/\text{m}$ 程度のインダクタンス成分及び

75 pF/m程度のキャパシタンス成分を含むものであり、例えば、150 m及び50 [m] × 30 [家庭] の引込線の場合には、150 μ Hのインダクタンスと、0.1125 μ Fのコンデンサとが接続されていることと等価となる。又宅内に接続された各種の家電機器に、雑音防止用のコンデンサが接続されている場合が多いことから、電力線のインピーダンスは、比較的大きな容量性を有するものとなる。又各種の家電機器は、インバータ駆動される構成が多く適用されており、そのインバータから発生する雑音が電力線上に重畳されることになる。

【0005】

このような低圧配電線をデータ伝送路として利用する場合、ローパスフィルタを介して伝送する場合と等価となり、高域成分が大きく減衰して、雑音に埋もれることが多くなる。又低域成分の減衰は比較的少ないが、インバータ機器等による雑音成分は、低域側が多いものである。従って、低域成分も雑音に埋もれることとなる。又低圧配電線は複数に分岐して布設され、それぞれの終端はインピーダンス整合されていないので、信号反射が発生し、マルチパスの問題も発生する。

【0006】

マルチパス及び回線等化の対策の為、マルチキャリアを用いてデータを並列的に伝送するシステムも知られている。例えば、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing ; 直交周波数分割多重) 方式や、DMT (Discrete Multitone) 方式が知られている。このようなマルチキャリア方式を適用した場合、雑音レベルの大きい帯域を避けてキャリアを割当てることが可能であるから、前述のような雑音成分の多い低圧配電線を介してデータを伝送することが可能となる。又データをマルチキャリアにより並列伝送することから、電話回線を介した高速データ伝送の手段として、例えば、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 方式が知られている。

【0007】

このマルチキャリア方式は、伝送データを並列に変換して、それぞれ狭帯域のそれぞれ異なるキャリアを用いて変調するもので、例えば、直交変調 (QAM ; Quadrature Amplitude Modulation) を適用する場合が一般的である。この

ように伝送データを並列に伝送するから、等価的にチャネル当たりのデータ帯域速度を低減することができることになり、従って、雑音の多い低圧配電線等を用いたデータ伝送路によってデータを伝送することが可能となる。

【 0 0 0 8 】

前述のDMT方式及びOFDM方式に於いては、高速逆フーリエ変換（IFFT；Inverse Fast Fourier Transform）及び高速フーリエ変換（FFT；Fast Fourier Transform）を用いているのが一般的である。又誤り訂正符号を用いると共に、インタリーブ技術を適用することも知られている。

【 0 0 0 9 】

本願の出願人により、先に、フーリエ変換の機能に比較して処理が簡単なアダマール（Hadamard）変換の機能を適用し、更に、時間軸上と周波数軸上との二次元インタリーブを施す手段を適用したデータ伝送装置（モデム）を提案した。図12は、そのデータ伝送装置の説明図であり、SDは送信信号、101は、スクランブル（SCR）、直並列変換（S/P）、グレーコード／ナチュラルコード変換（G/N）、和分処理の機能を有する符号変換部、102は信号点発生部、103はADM（Hadamard；アダマール）多重部、104は時間／周波数インタリーブ部、105は、逆高速フーリエ変換（IFFT）、ガードタイム付加の機能を有するDMT（Discrete Multitone）処理部、106はDA変換部（D/A）、107はローパスフィルタ（LPF）、TX-lineは送信回線を示す。

【 0 0 1 0 】

RX-lineは受信回線、110はバンドパスフィルタ（BPF）、111はAD変換部（A/D）、112は、ガードタイム除去、高速フーリエ変換（FFT）の機能を有するDMT処理部、113は振幅位相引込部、114は時間／周波数逆インタリーブ部、115はADM分配部、116は判定部（DEC）、117は、差分処理、ナチュラルコード／グレーコード変換（N/G）、並直列変換（P/S）、デスクランブル（DSCR）の機能を有する符号変換部、118はサブフレーム同期、マスタフレーム同期の機能を有する同期処理部、RDは受信信号を示す。

【 0 0 1 1 】

符号変換部 1 0 1 は、送信信号 S D を、スクランブル (S C R) 処理し、直並列変換 (S / P) 処理して、グレーコード / ナチュラルコード変換 (G / N) により演算可能のナチュラルコードに変換し、受信側のベクトル差分演算による位相識別を可能とする為の和分演算を行う。そして、信号点発生部 1 0 2 によりナイキスト間隔のサンプル点に相当する信号点を形成し、A D M 多重部 1 0 3 に於いてアダマール変換を行って多重化し、時間 / 周波数インタリーブ部 1 0 4 に於いて時間軸上と周波数軸上との二次元インタリーブを施し、D M T 処理部 1 0 5 に於いて直交変調及びガードタイム付加を行う。そして、D A 変換部 1 0 6 に於いてアナログ信号に変換し、ローパスフィルタ 1 0 7 により、例えば、1 0 k H z ~ 4 5 0 k H z のデータ伝送の周波数帯域を含む周波数帯域として、送信回線 T X - l i n e に送出する。なお、伝送帯域は、2 ~ 3 0 M H z の広帯域を用いても良い。

【 0 0 1 2 】

又受信回線 R X - l i n e を介して受信した信号を、バンドパスフィルタ 1 1 0 によりデータ伝送の周波数帯域の例えば 1 0 k H z ~ 4 5 0 k H z を通過させ、A D 変換部 1 1 1 によりデジタル信号に変換し、D M T 処理部 1 1 2 に於いて D M T 復調、ガードタイム除去を行い、振幅位相引込部 1 1 3 に於いて同期処理部 1 1 8 の制御によって同期化し、この同期処理部 1 1 8 に於いてサブフレーム同期及びマスタフレーム同期の処理を行う。

【 0 0 1 3 】

又時間 / 周波数逆インタリーブ部 1 1 4 に於いて、送信側の時間 / 周波数インタリーブ部 1 0 4 による二次元インタリーブの逆インタリーブを行い、A D M 分配部 1 1 5 に於いて送信側の A D M 多重部 1 0 3 の逆処理を行い、判定部 1 1 6 に於いて判定してデータを復元し、符号変換部 1 7 に於いて、差分演算、ナチュラルコード / グレーコード変換 (N / G) , 並直列変換 (P / S) , デスクランブル (D S C R) 処理を行って受信信号 R D とする。

【 0 0 1 4 】

データ伝送路に重畳される雑音成分は、ランダム的なものであり、例えば、図

13の(A)に示すように、縦軸をパワーPWR、横軸を周波数として、太線で示す伝送周波数帯域内に於ける雑音は、細線で示すように時間軸上並びに周波数軸上に於いてランダム的に変化するものである。そこで、前述のアダマール(ADM)変換やウェブレット(Wavelet)変換等の直交変換と、二次元インタリーブとを施して伝送し、受信側では、逆インタリーブ及びアダマール逆変換等の逆変換を施すことにより、図13の(B)の太線で示す周波数帯域内に於ける点線のように、雑音成分は平均化されてほぼ均一のレベルとなる。従って、雑音の平均化も可能となる為、安定なデータ伝送が可能となる。

【0015】

図14は先に提案した他のデータ伝送装置の説明図であり、図12と同一符号は同一部分を示し、108はロールオフフィルタ及び変調部(ROF MOD)、119は復調及びロールオフフィルタ部(DEM ROF)を示す。即ち、前述の図14に示す構成の送信部のDMT処理部105とDA変換部106との間に、ロールオフフィルタ及び変調部108を設け、又受信部のAD変換部111とDMT処理部113との間に、復調及びロールオフフィルタ部119を設けた構成に相当する。

【0016】

このデータ伝送装置は、ロールオフフィルタ及び変調部108に於いて、DMT処理部105より直交変調、ガードタイム付加を行って波形整形し、直交振幅変調等のデジタル変調してDA変換部106に入力し、アナログ信号に変換して、ローパスフィルタ107により所定の周波数帯域として送信回線TX-lineに送出する。又復調及びロールオフフィルタ部119に於いて、AD変換部111により変換されたデジタル信号をデジタル復調して、ロールオフフィルタにより波形整形し、DMT処理部112に加えるものである。

【0017】

そして、DMT処理部112に於いてDMT復調、ガードタイムの除去を行い、振幅位相引込部113に於いて同期引込みを行い、時間/周波数逆インタリーブ部114に於いて逆インタリーブを行い、ADM分配部115に於いて送信側のADM多重部103の逆処理を行い、判定部116に於いてデータを復元し、

符号変換部 17 に於いて、差分演算、ナチュラルコード／グレーコード変換 (N/G)，並直列変換 (P/S)，デスクランブル (DSCR) 処理を行って受信信号 RD とする。

【0018】

図 15 は先に提案した雑音除去手段を設けたデータ伝送装置の説明図であり、図 14 と同一符号は同一部分を示し、109 はゼロ点挿入部、120 は雑音除去部を示す。ゼロ点挿入部 109 は、DMT 処理部 105 からの信号の信号点間に 1 個又は複数個のゼロ点 (レベルゼロ) を挿入する。雑音除去部 120 は、ゼロ点に重畳された雑音成分を抽出し、信号点に重畳された雑音成分を補間処理によって求めて、信号点に重畳された雑音成分を除去するものである。

【0019】

図 16 は雑音除去部の説明図であり、131 は送信側の符号変換部や時間／周波数インタリーブ部等を含む送信信号発生部、132 は図 15 に於けるゼロ点挿入部 109 に相当するゼロ点挿入部、133 は低圧配電線、電話回線、無線回線等のデータ伝送路、134 は受信側の DMT 処理部や時間／周波数逆インタリーブ部等を含む受信信号再生部、120 は図 15 に於ける雑音除去部を示し、121 は、周波数シフト部、122 は間引部 (DCM)、123 は補間部 (IPL)、124 は周波数逆シフト部、125 は減算部を示す。

【0020】

送信信号発生部 131 からの信号を、例えば、図 17 の (1) 送信 192 k B 伝送として示す信号 S とし、ゼロ点挿入部 132 に於いて信号点間に 1 個のゼロ点を挿入すると、伝送速度は 2 倍の 384 k B (ボー) と等価となる。又図 17 の (2) 送信ゼロ点挿入後として示すように、時間軸上のサンプル点が 2 倍となった場合に相当する。なお、曲線は振幅変調の一例の状態を示す。

【0021】

ゼロ点挿入前の送信信号を 192 k H z で伝送する場合、ゼロ点挿入により 2 倍の 384 k H z の周波数帯域となる。又データ伝送路 133 を介して伝送された信号は、雑音为重畳されるから、図 17 の (3) 受信信号として示すように、信号点とゼロ点とにそれぞれ雑音 N が重畳されたものとなる。周波数軸上では、

例えば、図 1 6 の雑音除去部 1 2 0 に入力される信号を、(1) 雑音分布として示すものとする。この場合の信号成分は、中心を 0 k H z とすると、 $-192 \text{ k H z} \sim +192 \text{ k H z}$ の周波数帯域として表している。又前述のように、低域側の雑音成分が多いことにより、帯域成分 A, B, C, D のレベルは、 $A > B > C$, D となる。

【 0 0 2 2 】

雑音除去部 1 2 0 は、周波数シフト部 1 2 1 と、間引部 1 2 2 と、補間部 1 2 3 と、周波数逆シフト部 1 2 4 と、減算部 1 2 5 とを含む構成を有し、周波数シフト部 1 2 1 に於いて、例えば、 96 k H z の周波数シフトを行う。それにより、周波数シフト部 1 2 1 の出力は、(2) $+96 \text{ k H z}$ シフトとして示すように、 $-192 \text{ k H z} \sim -96 \text{ k H z}$ の帯域成分 A は、 $-96 \text{ k H z} \sim 0 \text{ k H z}$ にシフトされ、 $-96 \text{ k H z} \sim 0 \text{ k H z}$ の帯域成分 B は、 $0 \sim +96 \text{ k H z}$ にシフトされ、 $0 \text{ k H z} \sim +96 \text{ k H z}$ の帯域成分 C は、 $+96 \text{ k H z} \sim 192 \text{ k H z}$ にシフトされる。又 $+96 \text{ k H z} \sim 192 \text{ k H z}$ の帯域成分 D は、折り返しにより $-192 \text{ k H z} \sim -96 \text{ k H z}$ にシフトされる。

【 0 0 2 3 】

次の間引部 1 2 2 に於いて、時間軸上の例えば図 1 7 の (3) の受信信号の $S + N$ として示す信号点を間引くものである。それによって、ゼロ点の信号成分のみが残ることになり、周波数軸上では、図 1 6 の (3) 間引き (DCM) として示すものとなる。それぞれの矢印は、折り返しによって生じた帯域成分を示す。次の補間部 1 2 3 に於いて、ゼロ点上の雑音 N を用いて信号点 S 上の雑音を補間処理により求めるもので、図 1 7 の (4) 雑音補間信号として示すように、ゼロ点上の雑音 N により、ゼロ点間の信号点上の雑音 N を求める。周波数軸上では、図 1 6 の (4) 補間 (IPL) として示すように、 $-96 \text{ k H z} \sim +96 \text{ k H z}$ の帯域、即ち、 $-192 \text{ k H z} \sim +192 \text{ k H z}$ の帯域は $1/2$ となる。

【 0 0 2 4 】

この場合、補間処理により求めた雑音成分の周波数帯域は、(1) 雑音分布として示す雑音が多い低域とは異なる帯域であるから、周波数逆シフト部 1 2 4 により -96 k H z の周波数シフトを行う。それにより、(5) -96 k H z シフ

トとして示すように、 $-192\text{ kHz} \sim 0\text{ kHz}$ の周波数帯域にシフトされ、減算部125に入力する。この減算部125に於いて、(1)雑音分布として示す受信信号から、周波数逆シフト部124の出力の(5) -96 kHz シフトとして示す信号を減算すると、減算部125の出力は、(6)雑音除去として示すように、低域の雑音成分は点線で示すように除去されることになる。図17に於いては、(5)雑音除去後として示すように、信号Sのみが残ることになり、(1)送信192kBとして示す送信信号を復元することができる。

【0025】

又図16に示す間引部122に於けるサンプル値とスペクトラムとの一例を図18に示すもので、(1)～(4)の左側は時間軸上の振幅で示すサンプル値、右側はスペクトラムを示し、(1)信号S(n)のサンプル値とスペクトラムについて、信号S(n)のZ変換Aは、

$$A = S(z) = \sum S(n) z^{-n}$$

で表され、スペクトラムは $0 \sim f_s/2$ となる。なお、 f_s はサンプリング周波数を示す。

【0026】

又(2)信号 $(-1)^n * S(n)$ のサンプル値とスペクトラムについて、即ち、信号S(n)の反転信号のZ変換Bは、

$$B = Z[(-1)^n S(n)] = S(-z)$$

と表すことができる。この場合、信号点に於ける信号成分のみ対して反転するもので、そのスペクトラムは右側に示すように反転したものとなる。この反転した信号と反転前の信号を加算すると、(3)信号t(n)のサンプル値とスペクトラムとして示すものとなる。

【0027】

この加算後の信号のZ変換Cは、

$$C = Z[t(n)] = T(z) = (1/2) * [S(z) + S(-z)]$$

で表される。ここで、信号t(n)は、t(1), t(3), t(5), ... = 0であるから、

$$T(z) = \sum t(2n) * z^{-2n}$$

と表すことができる。この $t(n) = 0$ の信号点を間引いた信号 D は、

$$D = u(n) = T(z^{1/2})$$

と表すことができる。そして、最終的な信号 E は、

$$E = u(z) = [S(z^{1/2}) + S(-z^{1/2})] / 2$$

と表すことができる。即ち、(4) 信号 $u(n)$ のサンプル値とスペクトラムとして示すものとなり、周波数帯域は $1/2$ となり、補間部 123 (図 16 参照) に入力される。

【0028】

図 17 は、補間部 123 に於ける補間処理を示すもので、(1) 信号 $u(n)$ のサンプル値とスペクトラムは、図 16 の (4) 信号 $u(n)$ のサンプル値とスペクトラムに対応する。この間引部 122 からの信号 $u(n)$ は雑音成分のみを有するもので、ゼロ点を挿入すると、(2) 信号 $t(n)$ のサンプル値とスペクトラムとして示すものとなる。この補間信号 $t(n)$ の Z 変換 F は、

$$F = T(z) = \sum t(n) z^{-n}$$

と表すことができる。そして、 $t(1), t(3), t(5), \dots = 0$ であるから、

$$F = \sum t(2n) z^{-n} = U(z^{-2})$$

と表すことができるから、

$$T(z) = U(z^2)$$

となり、スペクトラムは $0 \sim f_s/4$ の折り返しにより、 $0 \sim f_s/2$ の周波数帯域となる。

【0029】

この信号 $T(z)$ は、受信信号 $S(n)$ と同一速度で、雑音成分のみを含むものであるから、周波数逆シフト部 124 (図 16 参照) により受信信号の周波数帯域とし、減算部 125 に於いて減算処理することにより、受信信号から雑音成分を除去することができる。

【0030】

又同期処理部 118 (図 15 参照) に於けるタイミング発生部の一例を図 20 に示す。同図に於いて、140 はタイミング抽出部、150 は位相同期部、14

1 はパワー算出部 (PWR)、1 4 2 はバンドパスフィルタ (BPF)、1 4 3 はベクトル化部、1 5 1 は比較部、1 5 2 はローパスフィルタ (LPF)、1 5 3 は二次位相同期回路 (二次 PLL)、1 5 4 は DA 変換部 (D/A)、1 5 5 は電圧制御水晶発振器 (VCXO)、1 5 6 は分周器を示す。

【 0 0 3 1 】

ロールオフフィルタ (ROF) (図 1 5 の復調及びロールオフフィルタ部 1 1 9 のロールオフフィルタ) から入力されたベクトル信号をパワー算出部 1 4 1 に於いて自乗演算によりパワーを算出する。前述のゼロ点挿入は、一定間隔で挿入されるから、その周波数成分をバンドパスフィルタ 1 4 2 により抽出する。例えば、1 9 2 k H z を中心周波数として抽出する。そして、ベクトル化部 1 4 3 に於いてベクトル化、即ち、直交位相の信号で合成して、位相同期部 1 5 0 に入力する。

【 0 0 3 2 】

比較部 1 5 1 は、タイミング抽出部 1 4 0 の出力信号と、分周器 1 5 6 の分周出力信号とを位相比較し、差分をローパスフィルタ 1 5 2 を介して二次位相同期回路 1 5 3 に入力する。この二次位相同期回路 1 5 3 は例えば 2 個の積分器により構成することができる。この二次位相同期回路 1 5 3 の出力信号を DA 変換部 1 5 4 によりアナログ信号の制御電圧に変換して、電圧制御水晶発振器 1 5 5 の発振周波数を制御する。このデータ室制御水晶発振器 1 5 5 の出力信号を AD 変換部 1 1 7 (図 1 5 参照) ヘサンプルクロック信号として加え、又分周器 1 5 6 により分周してゼロ点信号とする。即ち、ゼロ点のタイミング信号として、雑音除去部 1 2 0 (図 1 5 参照) に入力する。

【 0 0 3 3 】

【発明が解決しようとする課題】

マルチキャリア方式によりデータを伝送するシステムに於いて、受信側で回線等化を行う為には、最低 1 6 チャンネル分を必要とするものである。この 1 6 チャンネル分の二次元インタリーブ出力を得る為に、2 5 6 チャンネル分のデータを必要とすることになる。

【 0 0 3 4 】

例えば、図 2 1 は、図 1 5 に示すデータ伝送装置の送信部のみを抽出し、チャンネル数を付記したものであり、ADM 多重部 1 0 3 は、時間／周波数インタリーブ部 1 0 4 から 1 6 チャンネル分の二次元インタリーブ後のデータを出力する為に、2 5 6 チャンネル分のデータを処理する構成となる。なお、ゼロ点挿入部 1 0 9 は、DMT 処理部 1 0 5 による 1 6 チャンネル分のデータに対して、信号点間にゼロ点を挿入するもので、それにより、3 2 チャンネル分のデータとなる。

【 0 0 3 5 】

時間／周波数インタリーブ部 1 0 4 に於いては、例えば、図 2 2 に示すように、周波数軸 CH 1 ～ CH 1 6、時間軸 1 ～ 1 6 の 2 5 6 チャンネル分のデータを、二次元インタリーブ処理して、1 6 チャンネル分のデータを時間軸上に沿って出力することになる。このように、1 6 チャンネルの二次元インタリーブ出力を得る為に、2 5 6 チャンネル分のデータを必要とすることから、PAR (Peak to Average Ratio; 平均値に対するピーク比) が増大する問題が生じた。この PAR は、チャンネル数を n とすると、 $PAR = 3.01 + 10 \log n$ [dB] で表されるから、2 5 6 チャンネルの場合、 $PAR = 27$ [dB] となる。そこで、レベルを低下させることが考えられるが、レベル低下により受信レベルも低下し、受信側の S/N が大きく劣化し、安定なデータ伝送が不可能となる問題がある。

【 0 0 3 6 】

本発明は、所望の二次元インタリーブを少ないチャンネル数のデータで実現し、又ゼロ点挿入を等価的に実現することを目的とする。又時間軸及び周波数軸で特性が異なる不均一な雑音を受信側の二つの高速フーリエ変換部 (FFT) と、その高速フーリエ変換部間に設けた二次元逆インタリーブ部により均一化することを目的とし、更に、高速フーリエ変換部のチャンネル数を増加させないようにすることを目的とする。

【 0 0 3 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明のデータ伝送方法は、図 1 を参照して説明すると、時間軸上と周波数軸上とによる二次元インタリーブを施し、且つマルチキャリアによりデータを伝送するデータ伝送方法であって、時間／周波数インタリーブ部 6 により二次元イン

タリブを施す前段と後段とに於ける高速逆フーリエ変換に必要とするチャンネル数に対して不足するデータを、チャンネルコピーにより形成する過程を含むものである。

【0038】

又チャンネルコピーにより、高速逆フーリエ変換に必要とするチャンネル数のデータとし、高速逆フーリエ変換後に、チャンネルコピーにより等価的に時間軸上に発生したゼロ点を除去して、二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部6に入力する過程を含むものである。又チャンネルコピーにより等価的に時間軸上にゼロ点を発生させ、時間／周波数インタリーブ部6の前段の第1の高速逆フーリエ変換部4に於いて必要とするチャンネル数のデータとし、この第1の高速逆フーリエ変換部4の逆フーリエ変換出力に含まれる前記チャンネルコピーにより生じたゼロ点を除去して、二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部6に入力する。この時間／周波数インタリーブ部6による二次元インタリーブ出力を、時間／周波数インタリーブ部6の後段の第2の高速逆フーリエ変換部8に於いて必要とするチャンネル数のデータとなるようにチャンネルコピーを行う過程を含むものである。又時間／周波数インタリーブ部6の前段の第1の高速逆フーリエ変換部4と後段の第2の高速逆フーリエ変換部8とに於いて必要とするチャンネル数を同一に設定することができる。

【0039】

又時間軸上と周波数軸上とによる二次元インタリーブを施し、且つマルチキャリアによりデータを伝送するデータ伝送方法であって、二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部の前段の第1の高速逆フーリエ変換部に於いて必要とするチャンネル数を、ゼロ値追加により形成する過程を含むことができる。

【0040】

又本発明のデータ伝送装置は、図1を参照して説明すると、時間軸上と周波数軸上とによる二次元インタリーブを施し、且つマルチキャリアによりデータを伝送するデータ伝送装置であって、二次元インタリーブを施す前段と後段とに於ける高速逆フーリエ変換部に必要とするチャンネル数に対して不足するデータを、チャンネルコピーにより形成するチャンネルコピー部3, 7を備えている。

【 0 0 4 1 】

又二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部 6 と、この時間／周波数インタリーブ部 6 の前段の第 1 の高速逆フーリエ変換部 4 と後段の第 2 の高速逆フーリエ変換部 8 と、第 1 及び第 2 の高速逆フーリエ変換部 4, 8 に必要とするチャンネル数のデータをコピーにより形成する第 1 及び第 2 のチャンネルコピー部 3, 7 と、第 1 の高速逆フーリエ変換部 4 の逆フーリエ変換出力の前記データコピーにより形成されたゼロ点を除去するゼロ点除去部 5 とを備えている。又時間／周波数インタリーブ部 6 の前段の第 1 の高速逆フーリエ変換部 3 と、時間／周波数インタリーブ部 4 の後段の第 2 の高速逆フーリエ変換部 8 とに於けるチャンネル数を同一に設定することができる。

【 0 0 4 2 】

又時間軸上と周波数軸上とによる二次元インタリーブを施し、且つマルチキャリアによりデータを伝送するデータ伝送装置であって、二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部と、この時間／周波数インタリーブ部の前段の第 1 の高速逆フーリエ変換部及び該時間／周波数インタリーブ部の後段の第 2 の高速逆フーリエ変換部と、第 1 の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャンネル数をゼロ値追加により形成するゼロ値追加部を備えている。又第 1 の高速逆フーリエ変換部の逆フーリエ変換出力の前記ゼロ値追加に相当するゼロ値を間引く間引処理部を設けることができる。

【 0 0 4 3 】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明の第 1 の実施の形態の説明図であり、SD は送信信号、1 は符号変換部、2 は信号点発生部、3 は第 1 のチャンネルコピー部、4 は第 1 の高速逆フーリエ変換部 (IFFT)、5 はゼロ点除去部、6 は時間／周波数インタリーブ部、7 は第 2 のチャンネルコピー部、8 は第 2 の高速逆フーリエ変換部 (IFFT)、9 はガードタイム挿入部 (GT)、10 はロールオフフィルタ及び変調部 (ROF MOD)、11 は DA 変換部 (D/A)、12 はローパスフィルタ (LPF)、TX-line は送信回線を示し、以上の構成は、データ伝送装置の送信部に相当するものである。

【 0 0 4 4 】

又RX-lineは受信回線、20は同期処理部、21はバンドパスフィルタ(BPF)、22はAD変換部(A/D)、23は復調及びロールオフフィルタ部(DEM ROF)、24は雑音・ガードタイム除去部、25は第1の高速フーリエ変換部(FFT)、26は振幅位相引込部、27は第1のチャンネル除去部、28は時間/周波数逆インタリーブ部、29はゼロ値挿入部、30は第2の高速フーリエ変換部(FFT)、31は第2のチャンネル除去部、32は判定部(DEC)、33は符号変換部、RDは受信信号を示し、以上の構成は、データ伝送装置の受信部に相当するものである。

【 0 0 4 5 】

符号変換部1は、スクランブル(SCR)、直並列変換(S/P)、グレイコード/ナチュラルコード変換(G/N)、和分処理の機能を有し、信号点発生部2は、符号変換部1の出力を基に信号点を形成し、第1のチャンネルコピー部3に於いてチャンネルのデータをコピーすることにより、等価的に時間軸上にゼロ点を発生させ、第1の高速逆フーリエ変換部4に入力するチャンネル数のデータとなるようにし、この第1の高速逆フーリエ変換部4による逆フーリエ変換後に、ゼロ点除去部5に於いてデータコピーに対応するゼロ点を除去して、時間/周波数インタリーブ部6に入力する。

【 0 0 4 6 】

この時間/周波数インタリーブ部6に於いて二次元インタリーブを施した後、第2のチャンネルコピー部7に於いてチャンネルのデータをコピーすることにより、等価的に時間軸上にゼロ点を発生させ、第2の高速逆フーリエ変換部6に入力するチャンネル数のデータとし、逆フーリエ変換後に、ガードタイム挿入部9に於いてガードタイムを挿入し、ロールオフフィルタ及び変調部10に於いて波形整形及びデジタル変調を施し、DA変換部11に於いてアナログ信号に変換し、ローパスフィルタ12を介して送信回線TX-lineに送出する。

【 0 0 4 7 】

又受信回線RX-lineを介して受信した信号を、バンドパスフィルタ21により所定の周波数帯域のみをAD変換部22に入力してデジタル信号に変換

し、復調及びロールオフフィルタ部 2 3 に於いてディジタル復調して波形整形し、雑音・ガードタイム除去部 2 4 に於いて雑音除去及びガードタイムを除去し、第 1 の高速フーリエ変換部 2 5 に於いてフーリエ変換して、時間軸上から周波数軸上への変換を行い、振幅位相引込部 2 5 に於いて信号点に対する同期引込みを行い、第 1 のチャンネル除去部 2 7 に於いて送信部のチャンネルコピー処理によって挿入したゼロ点に対応するチャンネルの除去を行って時間／周波数逆インタリーブ部 2 8 に入力する。

【 0 0 4 8 】

この時間／周波数逆インタリーブ部 2 8 に於いて二次元逆インタリーブを施し、ゼロ値挿入部 2 9 にゼロ点を挿入して所定のチャンネル数とし、第 2 の高速フーリエ変換部 3 0 に於いて高速フーリエ変換を施し、チャンネル除去部 3 1 に於いてゼロ点挿入に対応するチャンネルを除去し、判定部 3 2 に於いてデータ判定を行い、符号変換部 3 3 に於いて、差分演算，ナチュラルコード／グレーコード変換（N／G），並直列変換（P／S），デスクランブル（D S C R）を施して、受信信号 R D とする。

【 0 0 4 9 】

又同期処理部 2 0 は、内部にタイミング抽出部と位相同期部とを含み、復調及びロールオフフィルタ部 2 4 のロールオフフィルタの出力信号を基に、タイミング同期、サブフレーム同期、マスタフレーム同期をとり、各部にクロック信号やタイミング信号を供給する。

【 0 0 5 0 】

図 2 はチャンネル数の説明図であり、図 1 に示すデータ伝送装置の送信部と受信部との主要部に於けるチャンネル数（c h）の一例を示すもので、1 3，3 4 はバッファメモリ等によるデータストックを示す。又第 1，第 2 の高速逆フーリエ変換部 4，8（I F F T）と、第 1，第 2 の高速フーリエ変換部 2 5，3 0（F F T）に於ける処理チャンネル数をそれぞれ同一の例えば 6 4 とした場合を示す。それにより、第 1，第 2 の高速逆フーリエ変換部 4，8 は同一のプログラムで逆フーリエ変換が可能となり、同様に、第 1，第 2 の高速フーリエ変換部 2 5，3 0 は同一のプログラムでフーリエ変換が可能となる。

【 0 0 5 1 】

又第 1、第 2 のチャンネルコピー部 3、7 は、データをコピーするもので、データのコピー個数を 1 個とすると、等価的に時間軸上の信号点間にゼロ点が 1 個挿入され、又データのコピー数を 3 個とすると、等価的に時間軸上の信号点間にゼロ点が 3 個挿入された状態となる。即ち、コピー数に対応したゼロ点を信号点間に挿入することができる。又第 1 のチャンネル除去部 25 は、第 2 のチャンネルコピー部 7 に於いてコピーしたチャンネルのデータに対応したチャンネルのデータ、即ち、ゼロ点を削除する。

【 0 0 5 2 】

送信部に於ける信号点発生部 2 に於いて、ゼロ点の個数とデータの個数との比率が 1 : 1 の場合には、例えば、32 チャンネル (ch) 分の信号点を形成すると、第 1 のチャンネルコピー部 3 に於いて各チャンネルをコピー、即ち、データを 1 個コピーすることにより、第 1 の高速逆フーリエ変換部 4 に於いて必要とする 64 チャンネル分のデータとして、第 1 の高速逆フーリエ変換部 4 に入力する。又信号点発生部 2 に於いて 16 チャンネル分の信号点を形成した場合は、第 1 のチャンネルコピー部 3 に於いてデータを 3 個コピーすることにより、64 チャンネル分のデータとして、第 1 の高速逆フーリエ変換部 4 に入力する。従って、前述のように、第 1 の高速逆フーリエ変換部 4 は、信号点発生部 2 からのチャンネル数が異なっても、チャンネルコピー部 3 に於けるコピー個数の選択により同一のチャンネル数分のデータを入力することができる。

【 0 0 5 3 】

第 1 の高速逆フーリエ変換部 4 からの 64 チャンネル分の出力データはデータストック 13 によりストックし、ゼロ点除去部 13 に於いてゼロ点を除去して、時間／周波数インタリーブ部 6 に入力する。即ち、チャンネルコピーにより 1 個のゼロ点を挿入した場合は、その 1 個のゼロ点を削除し、又チャンネルコピーにより 3 個のゼロ点を挿入した場合は、その 3 個のゼロ点を削除する。

【 0 0 5 4 】

時間／周波数インタリーブ部 6 は、ゼロ点を削除した 32 チャンネル分又は 16 チャンネル分について二次元インタリーブを施し、チャンネルコピー部 7 に於いてチ

チャネルコピーによる時間軸上のゼロ点挿入を行って、64チャネル分のデータとして第2の高速逆フーリエ変換部8に入力する。この第2の高速逆フーリエ変換部8からの64チャネル分のデータをガードタイム挿入部9(GT)に於いてガードタイムを挿入し、図2に於いては図示を省略しているが、図1に示すロールオフフィルタ及び変調部10に於いて波形整形、ディジタル変調を施して、DA変換部11によりアナログ信号に変換し、ローパスフィルタ12を介して送信回線TX-lineに送出する。

【0055】

又受信回線RX-lineを介して受信した信号は、図示に示すバンドパスフィルタ21により所定の帯域を通過させ、AD変換部22に於いてディジタル信号に変換し、復調及びロールオフフィルタ部23により復調して波形整形を施し、雑音・ガードタイム除去部24に於いて雑音の除去及びガードタイムの除去を行う。これにより、送信部の高速逆フーリエ変換部8からの出力の64チャネル分に相当する64チャネル分のデータを第1の高速フーリエ変換部25に入力する。

【0056】

この第1の高速フーリエ変換部25に於いて、送信部の第2の高速逆フーリエ変換部8の処理と逆の処理により、64チャネル分のデータを出力してチャネル除去部27に入力し、チャネルコピーにより挿入したゼロ点を除去して、32チャネル分又は16チャネル分のデータとし、データストック27にストックし、時間／周波数逆インタリーブ部28に入力する。この時間／周波数逆インタリーブ部28に於いて、送信部の時間／周波数インタリーブ部6と逆の処理を行い、ゼロ値挿入部29に於いてゼロ点を挿入し、64チャネル分のデータとして第2の高速フーリエ変換部30に入力し、64チャネル分のフーリエ変換出力からチャネル除去部31に於いてゼロ点に相当するチャネルを除去して、32チャネル分又は16チャネル分のデータとする。そして、図示を省略しているが、図1に於ける判定部32に於いて判定し、符号変換部33に於いて、送信部の符号変換部1の逆の処理を行って受信データRDとする。

【0057】

図3はコピーによるゼロ点挿入の説明図であり、(a)は、高速逆フーリエ変換部IFFTに、データと0とを入力して、高速逆フーリエ変換を施す場合を示す。これは、信号点間にゼロ点を挿入した場合に相当する。この場合の周波数軸上では、(b)に示すように、データ単独の場合の周波数帯域の2倍の周波数帯域となり、又時間軸上では、(c)に示すように変化するものとなる。

【0058】

又(d)は、高速逆フーリエ変換部IFFTに、データを並列的に、即ち、コピーとして入力して、高速逆フーリエ変換を施す場合を示し、コピーが1個(データを2並列入力)の場合の周波数軸上は、(e)に示すものとなり、時間軸上では、(f)に示すように、信号点間に1個のゼロ点が挿入されることになる。又データと3個のコピー(データを4並列入力)とを高速逆フーリエ変換部IFFTに入力すると、周波数軸上では、(g)に示すものとなり、時間軸上では、(h)に示すように、信号点間に3個のゼロ点が挿入されることになる。即ち、32チャンネルのデータについては、データを1個コピーすることにより、時間軸上では信号点間に1個のゼロ点が挿入された64チャンネル分を形成することができ、又16チャンネルのデータについては、データを3個コピーすることにより、時間軸上では信号点間に3個のゼロ点が挿入された64チャンネル分を形成することができる。

【0059】

図4は二次元インタリーブの説明図であり、(A)はチャンネルコピー部に於いてコピー1個の場合の高速逆フーリエ変換部4(IFFT)による高速逆フーリエ変換出力の64チャンネルCH1~CH64分を、データストック13にストックした状態を示し、時間軸の1に於いて、64チャンネルCH1~CH64分のサンプルは、CH2, CH4, CH6, ... CH62, CH64のように1サンプルおきにゼロサンプルを含むものとなる。そこで、ゼロ点除去部5に於いてゼロサンプルを除去し、32チャンネルCH1~CH32分のサンプルを時間/周波数インタリーブ部6に入力して、二次元インタリーブを施す。その結果の一例を、図4の(B)に示す。

【0060】

又入力チャネル数が16で、第1のチャネルコピー部3に於いてデータを3個コピーして64チャネル分として、逆フーリエ変換すると、図5の(A)に示すように、64チャネルCH1～CH64分がデータストック13にストックされる。この場合、CH2, CH3, CH4のように、信号点間に3個のゼロサンプルが含まれることになり、ゼロ点除去部5に於いては、ゼロサンプルを除く16チャネルCH1～CH16分のサンプルを、時間／周波数インタリーブ部6に入力し、時間軸上に分配して、例えば、図5の(B)に示す二次元インタリーブ処理結果を得ることができる。

【0061】

図6はゼロ点挿入と雑音除去との説明図であり、(a)信号点Sについて伝送速度を192kBとすると、データを1個コピーすることにより、(b)送信信号として示すように、等価的に信号点S間にゼロ点を挿入することができる。それにより伝送速度としては2倍の384kBとなる。即ち、図19の(1)送信192kB伝送の信号点に対して、(2)送信ゼロ点挿入後として示すように、1個のゼロ点を挿入した場合と同様に、周波数軸上にコピーしたことによって時間軸上にゼロ点を挿入することができる。従って、図6の(c)受信信号は、図19の(3)受信信号と同様にそれぞれ雑音Nが重畳され、ゼロ点上に重畳された雑音を抽出して信号点上の雑音を除去し、(d)雑音除去後として示す受信信号を復元することができる。即ち、図17に於けるゼロ点挿入部109の機能を、前述のデータコピーの機能によって実現することができる。

【0062】

又ゼロ点挿入は、複数の信号点に対して1個のゼロ点或いは信号点間に複数のゼロ点として挿入することができるものであり、例えば、図17の(a)は、先頭16個のデータコピーにより、3個の信号点間に1個のゼロ点を挿入した状態を示し、ゼロ点挿入前の原データの帯域を288kHzとすると、ゼロ点挿入により384kHzの帯域となる。又(b)コピー1個は、前述の図4に示す状態を示し、(c)コピー2個は、信号点間に2個のゼロ点を挿入した場合を示し、原データを128kHzの帯域とすると、2個のゼロ点挿入により384kHzの帯域となる。又(d)コピー3個とすると、信号点間に3個のゼロ点を挿入し

たことになり、原データを96kHzの帯域とすると、3個のゼロ点挿入により384kHzの帯域となる。

【0063】

図8は二次元インタリーブを施した場合と施さない場合とのアイパターン測定結果を示し、(1)は二次元インタリーブを施さない場合の4個のチャンネルCHa, CHb, CHc, CHdの4値QAMの変調点を示す。この場合、チャンネルCHa, CHc, CHdについては変調点が明確であるが、チャンネルCHbについては変調点が広く分布して明確でなくなっている。即ち、特定のチャンネルCHbのS/Nが著しく劣化していることを示す。従って、チャンネルCHbについては、判定不可能の状態となり、1個のチャンネルが全く使用不可能となると、全体としてのデータ伝送を正常に行うことができなくなる。

【0064】

これに対して、前述の二次元インタリーブを施すと、雑音成分の平均化が行われることになって、図8の(2)に示すように、各チャンネルCHa, CHb, CHc, CHdの変調点は多少の広がりはあるが、正しく判定可能な状態となるから、安定なデータ伝送が可能となる。

【0065】

図9は本発明の第2の実施の形態の説明図であり、図1と同一符号は同一部分を示し、14はゼロ値追加部、15はDCM部、34は第2の高速フーリエ変換部(FFT)を示す。ゼロ値追加部14は、図1のチャンネルコピー部3によりデータコピーによって等価的に時間軸上にゼロ点を追加する機能の代わりに、実際にゼロ点を挿入するものであり、DCM部15は、間引き処理により挿入したゼロ点を除去するものである。

【0066】

又第1、第2の高速逆フーリエ変換部4、8及び時間/周波数インタリーブ部6等の機能及び動作は図1に示す場合と同様であり、又受信部については、第2の高速フーリエ変換部34を64チャンネル分の入出力構成としない場合を示し、従って、図1に於けるゼロ値挿入部29及びチャンネル除去部31を省略しているが、その他の機能及び動作は図1に示す場合と同様であるから、重複した説明は

省略する。

【 0 0 6 7 】

図 1 0 はチャンネル数の説明図であり、ゼロ値 1 個追加は図 2 のコピー 1 個に対応し、又ゼロ値 3 個追加は図 2 のコピー 3 個に対応する。即ち、第 1 の高速逆フーリエ変換部 4 に対する入力チャンネル数を 6 4 チャンネル分とする為に、ゼロ値追加部 1 4 に於いてゼロ値を追加するものである。そして、高速逆フーリエ変換部 4 の変換出力の 6 4 チャンネル分から、DCM 部 1 5 に於いて追加したゼロ値個数を間引いて時間／周波数インタリーブ部 6 に入力する。そして、チャンネルコピー部 7 に於いて第 2 の高速逆フーリエ変換部 8 に対して 6 4 チャンネル分が入力されるようにデータをコピーする。

【 0 0 6 8 】

又受信部に於いては、時間／周波数逆インタリーブ部 2 8 により逆インタリーブ処理を施した 3 2 チャンネル分又は 1 6 チャンネル分をそのまま高速フーリエ変換部 3 4 に入力する。この場合の第 2 の高速フーリエ変換部 3 4 は、図 1 及び図 2 に示す第 2 の高速フーリエ変換部 3 0 と比較して、チャンネル数を 6 4 としない場合で、ゼロ値追加個数によって異なるチャンネル数となる。しかし、チャンネル数が少ない為、問題ではない。

【 0 0 6 9 】

図 1 1 は変調方式とデータ伝送路の課題とを示し、変調方式として QAM と、DMT と、OFDM と、SS (スペクトラム拡散) と、本発明とについて、回線等化、マルチパス、不要帯域除去、雑音変動の課題とについて、黒三角印は問題有り、白丸印は問題無しを示す。回線等化については、DMT, OFDM のようにマルチキャリアを用いることにより容易となる。又マルチパスについては、ガードタイムを付加できる DMT, OFDM, SS の技術を導入することにより解決することができる。

【 0 0 7 0 】

又不要帯域除去については、外部フィルタによる除去も可能であるが、QAM に於けるような波形整形フィルタを用いた帯域外除去手段が、データ伝送路に対する特性確保の面からも得策である。又雑音変動については、QAM に於ける雑

音の周波数軸上の積分化や、SSに於ける時間軸／周波数軸の積分化が効果的である。そこで、本発明は、DMT等に於ける回線等化技術と、DMT等に於けるガードタイム付加の技術と、QAMに於ける波形整形フィルタ技術と、二次元インタリーブによる時間軸／周波数軸の積分技術とを導入し、安定なデータ伝送を可能とすることができる。

【 0 0 7 1 】

又本発明は、前述の各実施の形態のみに限定されるものではなく、先に提案したデータ伝送装置の各部の構成及び方法を適用することも可能であり、例えば、チャンネルコピー、即ち、チャンネルのデータをコピーすることにより、等価的に時間軸上に発生したゼロ点を利用して、図16及び図17を参照して説明した雑音除去の手段を適用することができる。即ち、雑音・ガードタイム除去部24に於いてゼロ点位置の雑音成分を抽出して、信号点位置の雑音を除去することができる。又第1、第2の高速逆フーリエ変換部4、8及び第1、第2の高速フーリエ変換部25、30の入出力チャンネル数を64とした場合を示しているが、他のチャンネル数とすることも勿論可能である。又図1のデータ伝送装置の受信部を、図9に示す構成に変更、即ち、第1の高速フーリエ変換部25に必要とするチャンネル数より、第2の高速フーリエ変換部34に必要とするチャンネル数を少なくした構成とすることも可能である。

【 0 0 7 2 】

(付記1) 時間軸上と周波数軸上とによる二次元インタリーブを施し、且つマルチキャリアによりデータを伝送するデータ伝送方法に於いて、前記二次元インタリーブを施す前段と後段とに於ける高速逆フーリエ変換に必要とするチャンネル数に対して不足するデータを、チャンネルコピーにより形成する過程を含むことを特徴とするデータ伝送方法。

(付記2) チャンネルコピーにより前記高速逆フーリエ変換に必要とするチャンネル数のデータとし、該高速逆フーリエ変換後に前記チャンネルコピーにより等価的に時間軸上に発生したゼロ点を除去して、前記二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部に入力する過程を含むことを特徴とする付記1記載のデータ伝送方法。

(付記3) チャネルコピーにより等価的に時間軸上にゼロ点を発生させ、時間／周波数インタリーブ部の前段の第1の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャネル数のデータとし、該第1の高速逆フーリエ変換部の逆フーリエ変換出力の前記ゼロ点を除去して二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部に入力し、該時間／周波数インタリーブ部による二次元インタリーブ出力を該時間／周波数インタリーブ部の後段の第2の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャネル数のデータとなるようにチャネルコピーを行う過程を含むことを特徴とする付記1記載のデータ伝送方法。

【0073】

(付記4) 前記時間／周波数インタリーブ部の前段の第1の高速逆フーリエ変換部と後段の第2の高速逆フーリエ変換部とに於いて必要とするチャネル数を同一に設定したことを特徴とする付記1乃至3の何れかに記載のデータ伝送方法。

(付記5) 前記チャネルコピーにより等価的に時間軸上に挿入したゼロ点の雑音成分を抽出して、受信信号の信号点上の雑音成分を除去する過程を含むことを特徴とする付記1乃至5の何れかに記載のデータ伝送方法。

(付記6) 時間軸上と周波数軸上とによる二次元インタリーブを施し、且つマルチキャリアによりデータを伝送するデータ伝送方法に於いて、前記二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部の前段の第1の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャネル数を、ゼロ値追加により形成する過程を含むことを特徴とするデータ伝送方法。

(付記7) 前記ゼロ値追加により形成した前記第1の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャネル数と、前記時間／周波数インタリーブ部の後段の第2の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャネル数とを同一に設定したことを特徴とする付記6記載のデータ伝送方法。

【0074】

(付記8) 時間軸上と周波数軸上とによる二次元インタリーブを施し、且つマルチキャリアによりデータを伝送するデータ伝送装置に於いて、前記二次元インタリーブを施す前段と後段とに於ける高速逆フーリエ変換部に必要とするチャネル数に対して不足するデータを、チャネルコピーにより形成するチャネルコピー

部を備えたことを特徴とするデータ伝送装置。

(付記 9) 二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部と、該時間／周波数インタリーブ部の前段の第 1 の高速逆フーリエ変換部と後段の第 2 の高速逆フーリエ変換部と、前記第 1 及び第 2 の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャンネル数のデータをコピーにより形成する第 1 及び第 2 のチャンネルコピー部と、前記第 1 の高速逆フーリエ変換部の逆フーリエ変換出力の前記データコピーにより形成されたゼロ点を除去するゼロ点除去部とを備えたことを特徴とする付記 8 記載のデータ伝送装置。

【 0 0 7 5 】

(付記 1 0) 前記時間／周波数インタリーブ部の前段の第 1 の高速逆フーリエ変換部と、該時間／周波数インタリーブ部の後段の第 2 の高速逆フーリエ変換部とに於けるチャンネル数を同一に設定したことを特徴とする付記 8 又は 9 記載のデータ伝送装置。

(付記 1 1) 前記時間／周波数インタリーブ部に対応する受信部の時間／周波数逆インタリーブ部の前段の第 1 の高速フーリエ変換部に必要とするチャンネル数と、前記時間／周波数逆インタリーブ部の後段の第 2 の高速フーリエ変換部に必要とするチャンネル数とを同一に設定したことを特徴とする付記 8 記載のデータ伝送装置。

【 0 0 7 6 】

(付記 1 2) 時間軸上と周波数軸上とによる二次元インタリーブを施し、且つマルチキャリアによりデータを伝送するデータ伝送装置に於いて、前記二次元インタリーブを施す時間／周波数インタリーブ部と、該時間／周波数インタリーブ部の前段の第 1 の高速逆フーリエ変換部及び該時間／周波数インタリーブ部の後段の第 2 の高速逆フーリエ変換部と、前記第 1 の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャンネル数をゼロ値追加により形成するゼロ値追加部を備えたことを特徴とするデータ伝送装置。

(付記 1 3) 前記第 1 の高速逆フーリエ変換部の逆フーリエ変換出力の前記ゼロ値追加に相当するゼロ値を間引く間引処理部を設けたことを特徴とする付記 1 2 記載のデータ伝送装置。

(付記 1 4) 前記ゼロ値追加により形成した前記第 1 の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャンネル数と、前記時間／周波数インタリーブ部の後段の第 2 の高速逆フーリエ変換部に必要とするチャンネル数とを同一に設定したことを特徴とする付記 1 3 記載のデータ伝送装置。

【 0 0 7 7 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、時間軸上と周波数軸上との二次元インタリーブを施し且つマルチキャリア方式でデータを伝送し、受信部では、第 1，第 2 の高速フーリエ変換部 (FFT) 2 5，3 0 間に設けた時間／周波数逆インタリーブ部による二次元逆インタリーブを施して受信処理するものであるから、雑音成分の帯域内の平均化を図ることにより、低圧配電線等の雑音の変動が大きいデータ伝送路を用いた場合でも、安定なデータ伝送を可能とすることができる。又高速逆フーリエ変換に必要とするチャンネル数に対して不足するチャンネル数を、チャンネルコピー、即ち、チャンネルのデータをコピーすることにより容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態の説明図である。

【図 2】

チャンネル数の説明図である。

【図 3】

コピーによるゼロ点挿入の説明図である。

【図 4】

二次元インタリーブの説明図である。

【図 5】

二次元インタリーブの説明図である。

【図 6】

ゼロ点挿入と雑音除去との説明図である。

【図 7】

ゼロ点挿入説明図である。

【図 8】

二次元インタリーブの有無による測定結果の説明図である。

【図 9】

本発明の第 2 の実施の形態の説明図である。

【図 1 0】

チャネル数の説明図である。

【図 1 1】

特性比較説明図である。

【図 1 2】

先に提案したデータ伝送装置の説明図である。

【図 1 3】

雑音特性の説明図である。

【図 1 4】

先に提案した他のデータ伝送装置の説明図である。

【図 1 5】

先に提案した雑音除去手段を設けたデータ伝送装置の説明図である。

【図 1 6】

雑音除去部の説明図である。

【図 1 7】

雑音除去の動作説明図である。

【図 1 8】

間引き処理の説明図である。

【図 1 9】

補間処理の説明図である。

【図 2 0】

タイミング発生部の説明図である。

【図 2 1】

チャネル数の説明図である。

【図 2 2】

二次元インタリーブの説明図である。

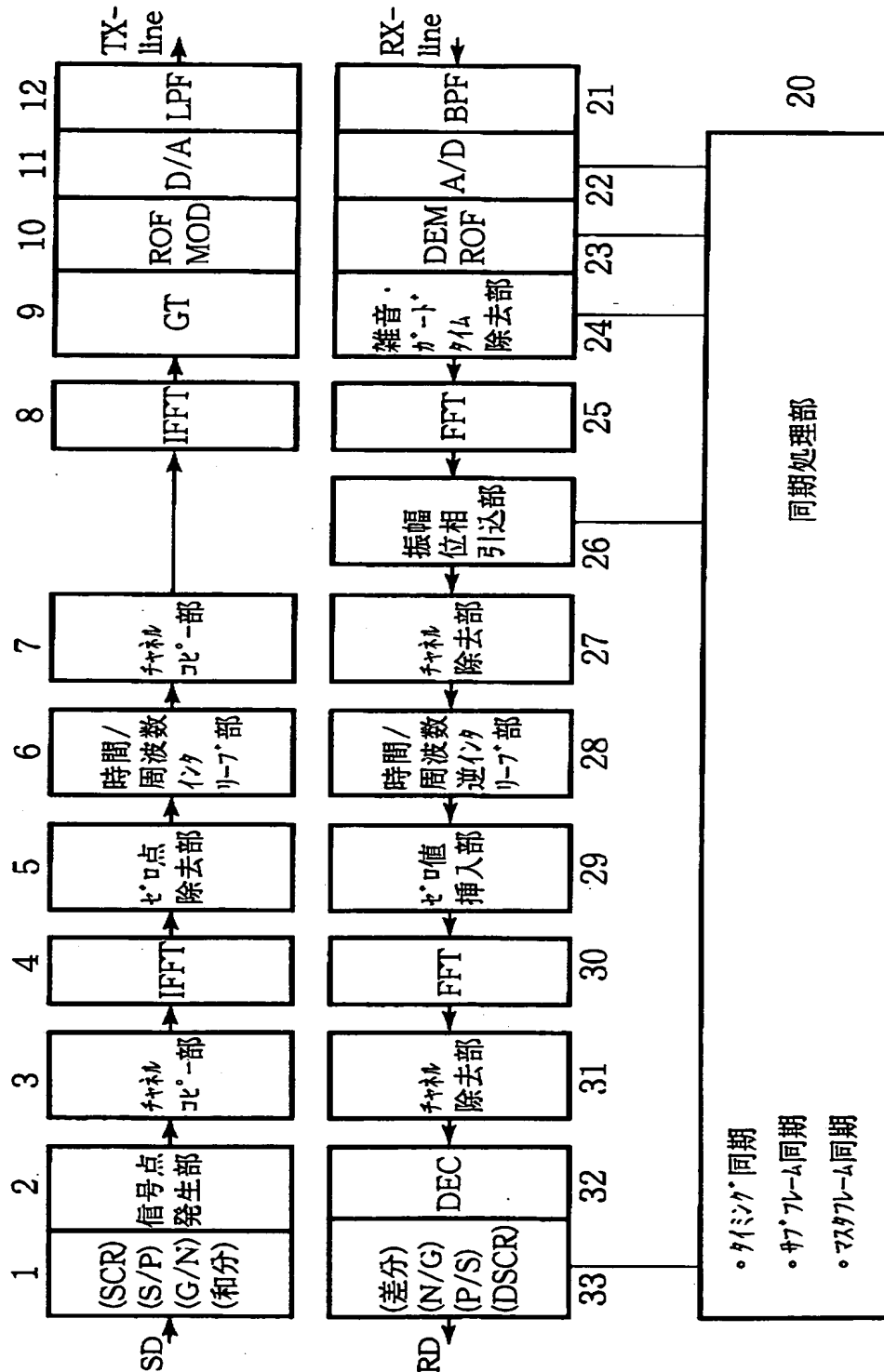
【符号の説明】

- 1 符号変換部
- 2 信号点発生部
- 3 第 1 のチャンネルコピー部
- 4 第 1 の高速逆フーリエ変換部 (I F F T)
- 5 ゼロ点除去部
- 6 時間／周波数インタリーブ部
- 7 チャンネルコピー部
- 8 第 2 の高速逆フーリエ変換部 (I F F T)
- 9 ガードタイム挿入部 (G T)
- 1 0 ロールオフフィルタ及び変調部 (R O F M O D)
- 1 1 D A 変換部 (D / A)
- 1 2 ローパスフィルタ (L P F)
- 2 0 同期処理部
- 2 1 バンドパスフィルタ (B P F)
- 2 2 A D 変換部 (A / D)
- 2 3 復調及びロールオフフィルタ部 (D E M R O F)
- 2 4 雑音・ガードタイム除去部
- 2 5 第 1 の高速フーリエ変換部 (F F T)
- 2 6 振幅位相引込部
- 2 7 チャンネル除去部
- 2 8 時間／周波数逆インタリーブ部
- 2 9 ゼロ値挿入部
- 3 0 第 2 の高速フーリエ変換部 (F F T)
- 3 1 チャンネル除去部
- 3 2 判定部 (D E C)
- 3 3 符号変換部

【書類名】 図面

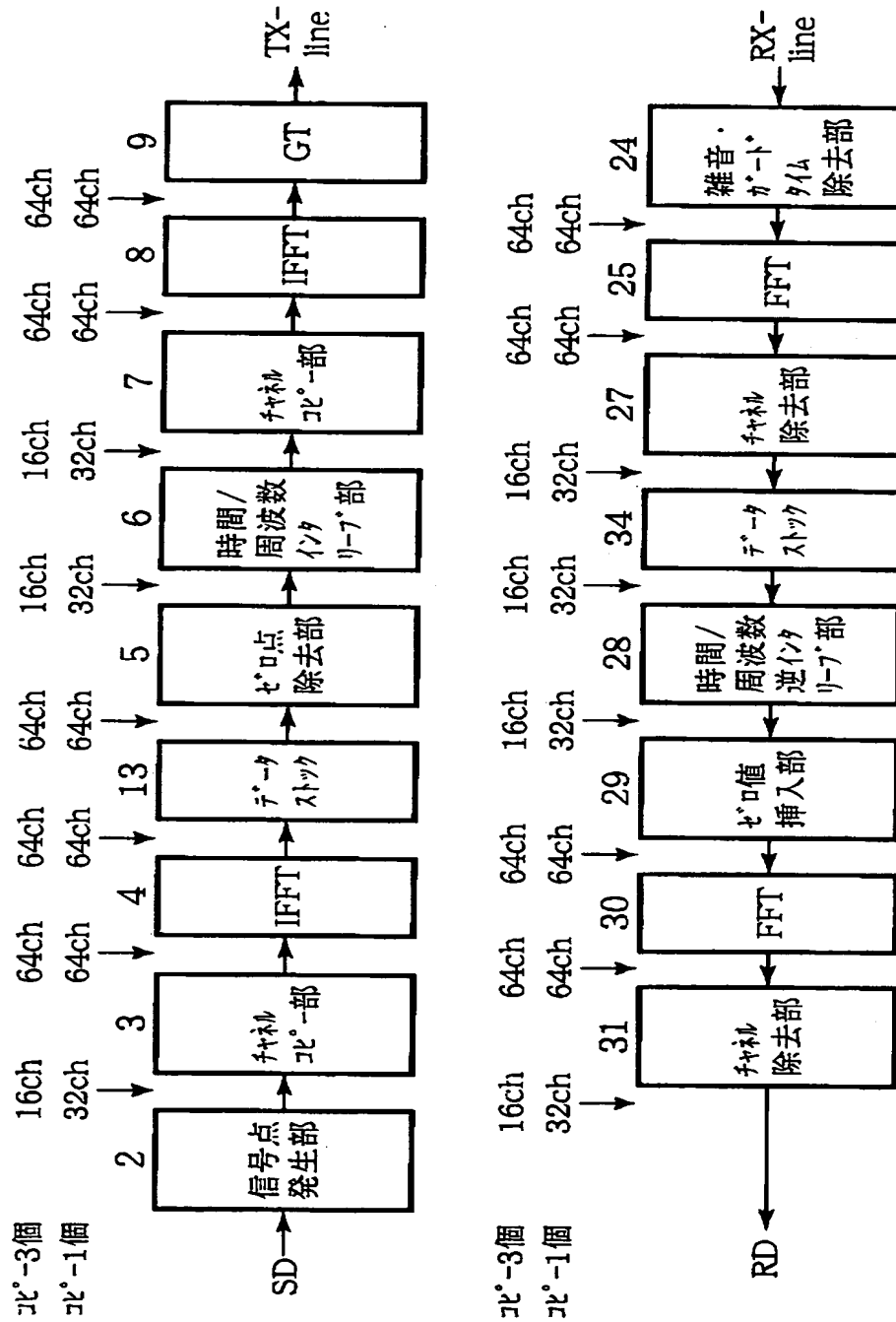
【図 1】

本発明の第1の実施の形態の説明図



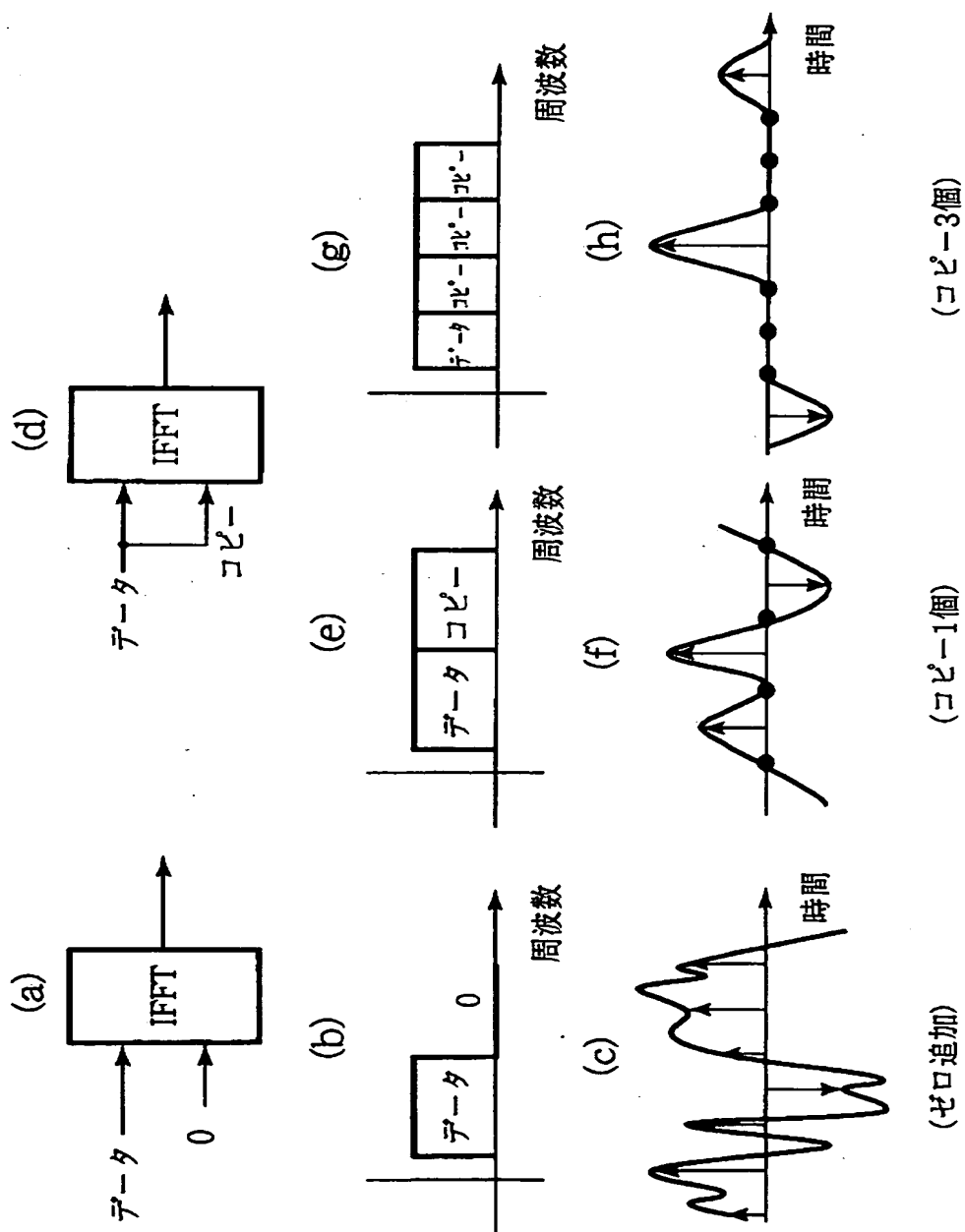
【図 2】

チャネル数の説明図



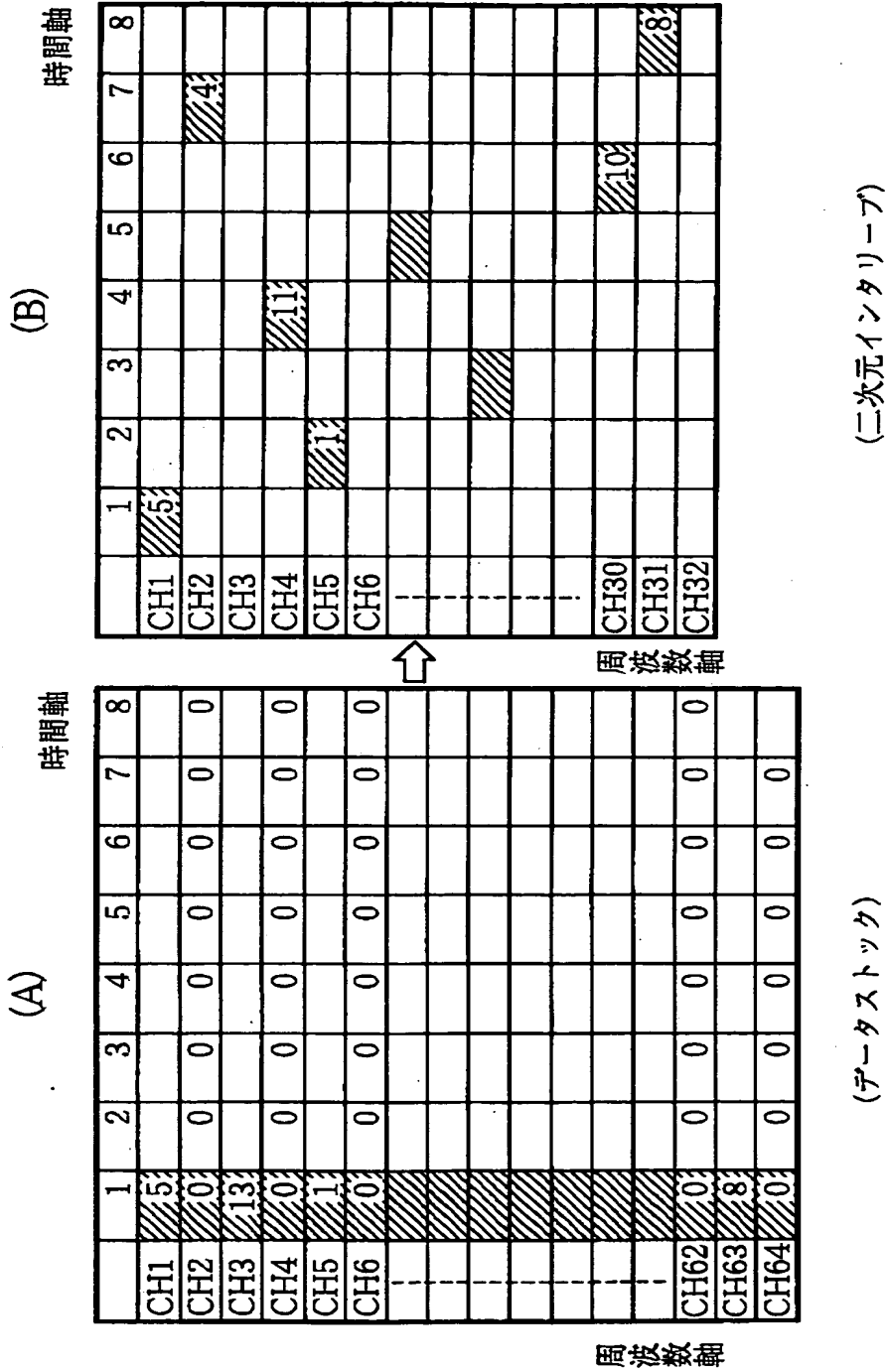
【図3】

コピーによるゼロ点挿入の説明図



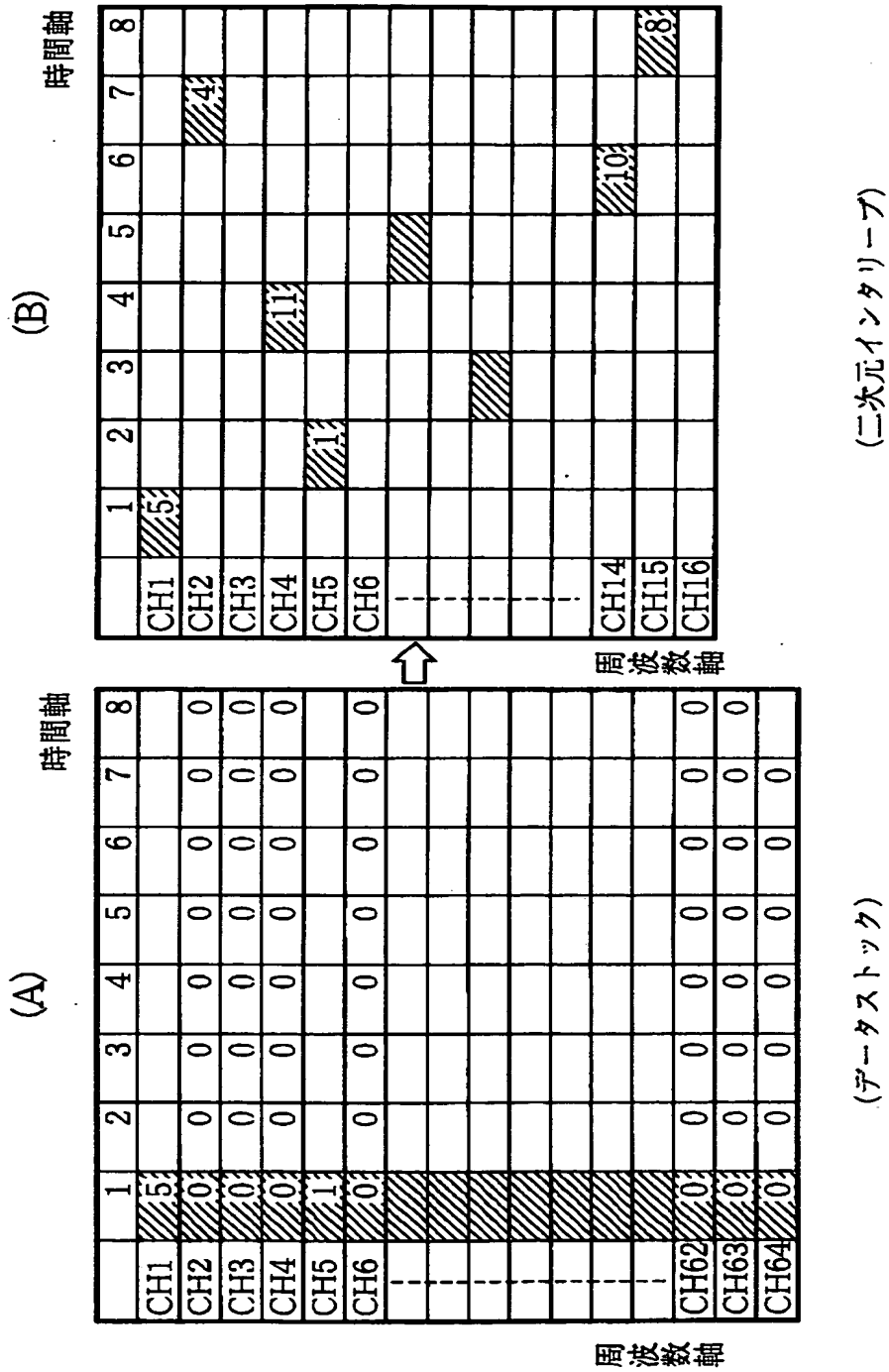
【図 4】

二次元インタリーブの説明図



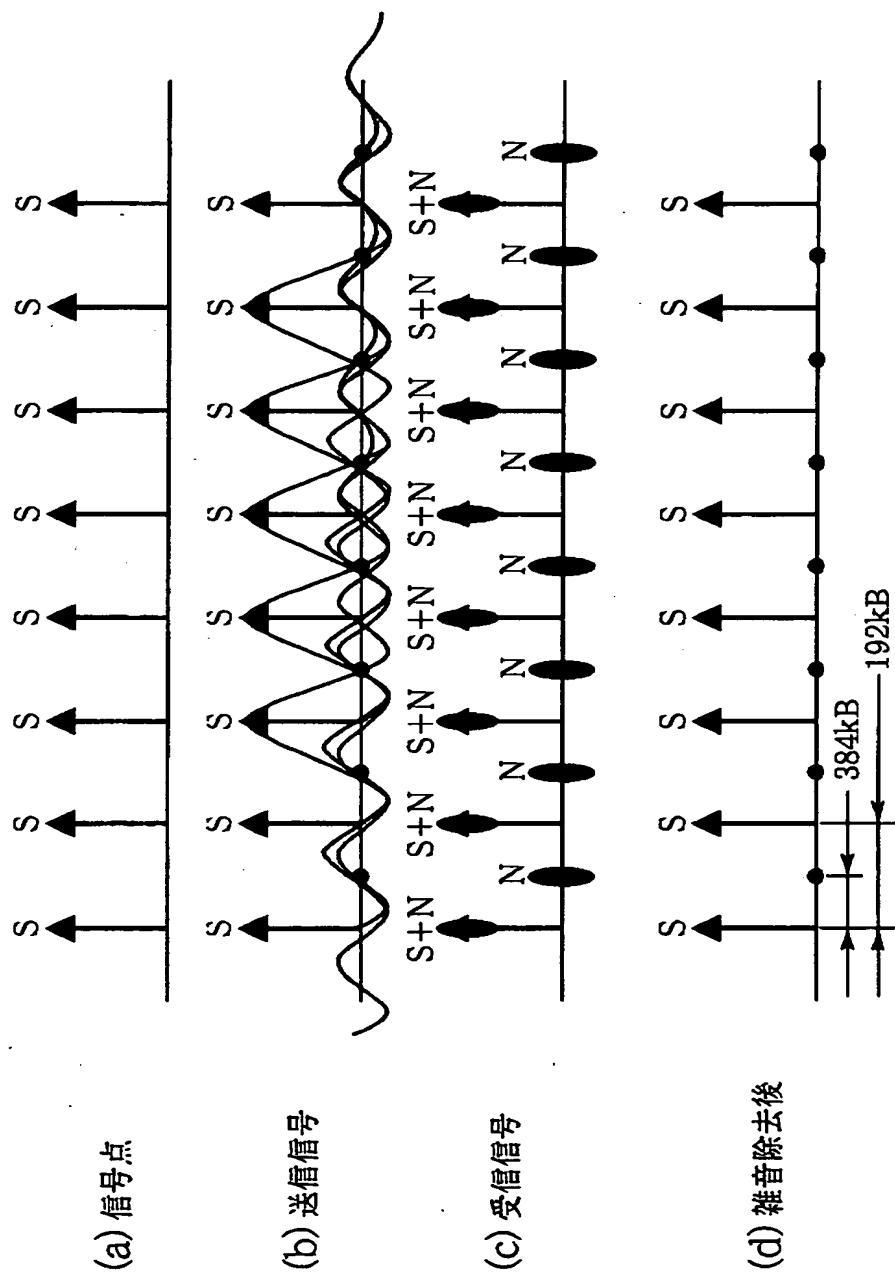
【図 5】

二次元インタリーブの説明図



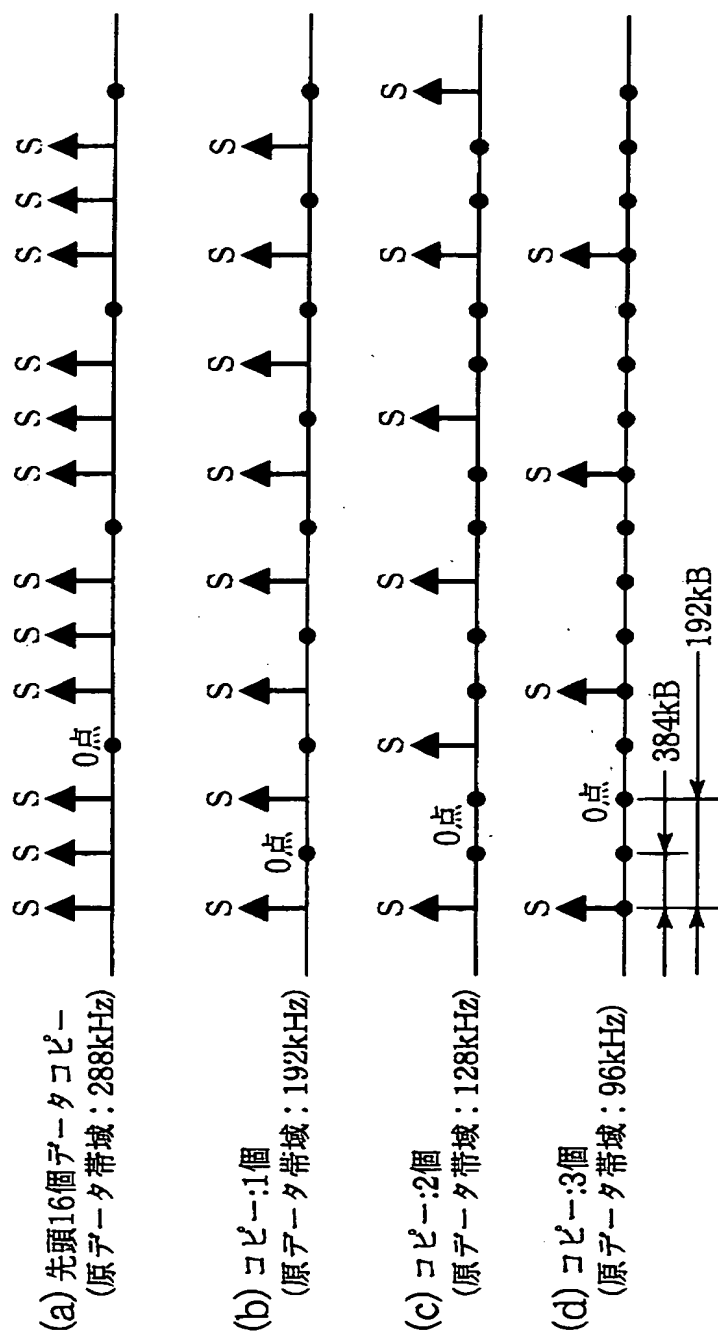
【図 6】

ゼロ点挿入と雑音除去との説明図



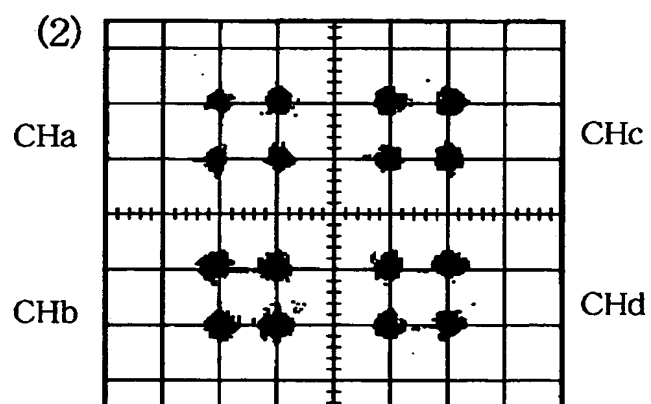
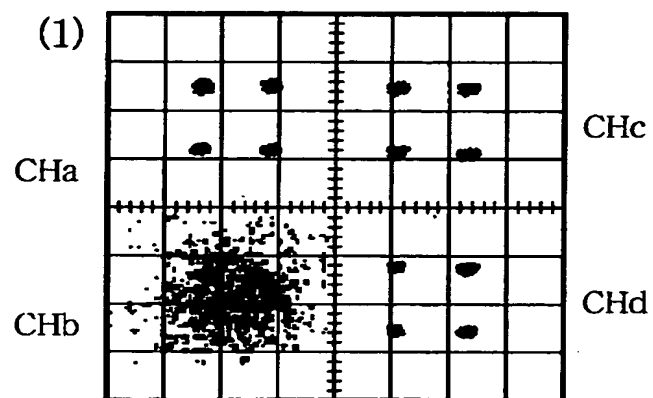
【図 7】

ゼロ点挿入説明図



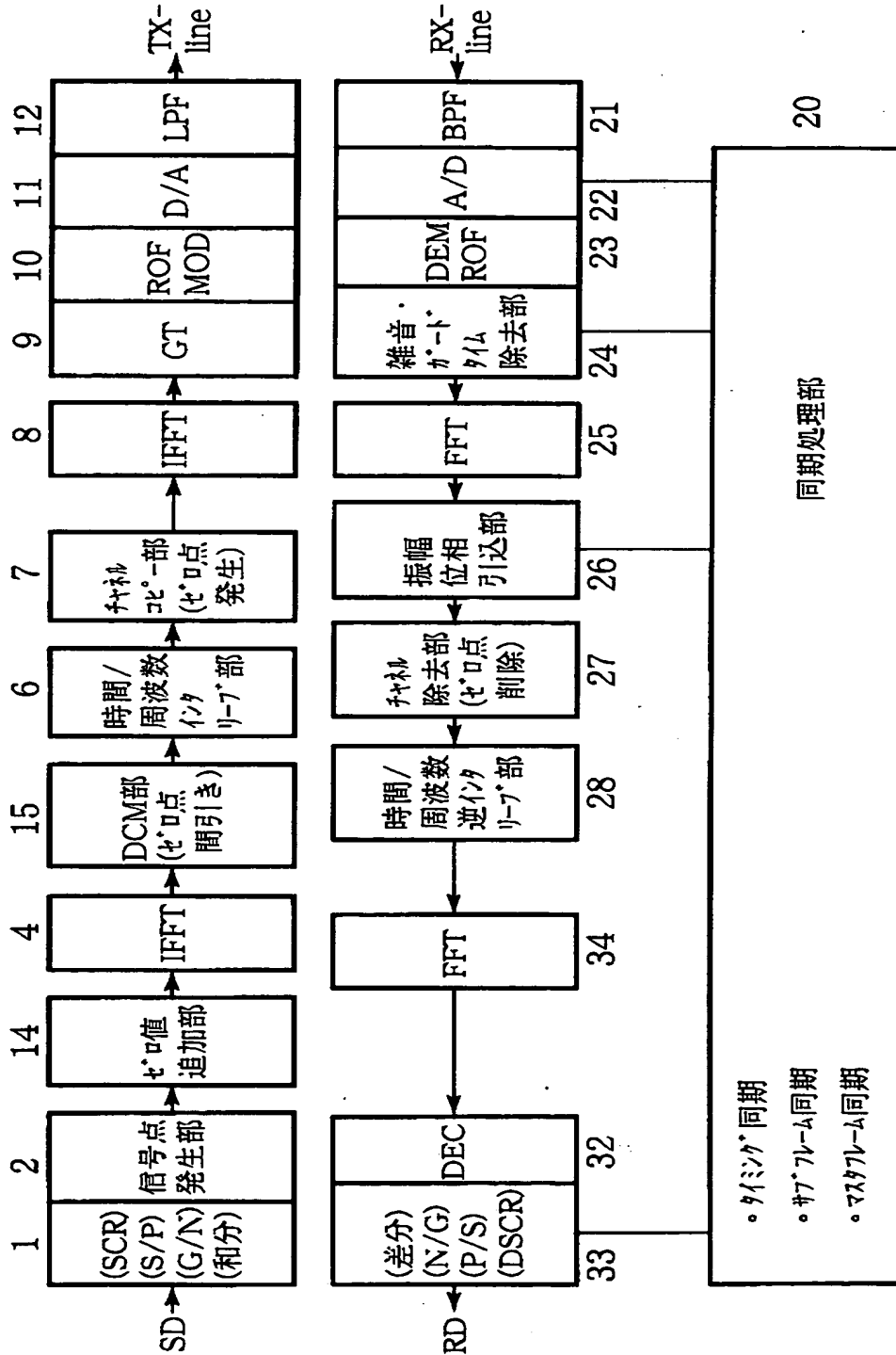
【図 8】

二次元インタリーブの有無による測定結果の説明図



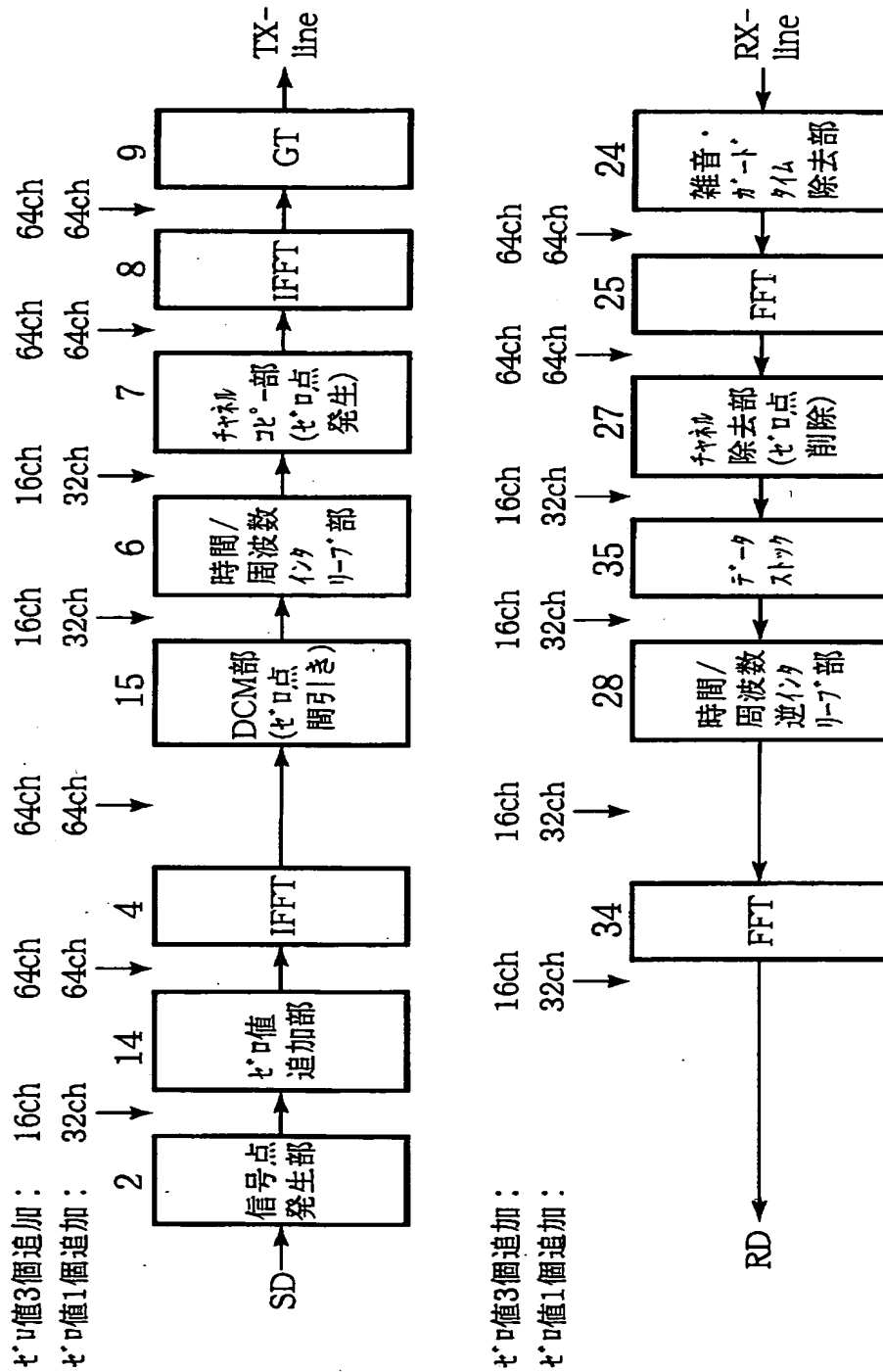
【図 9】

本発明の第2の実施の形態の説明図



【図 10】

チャネル数の説明図



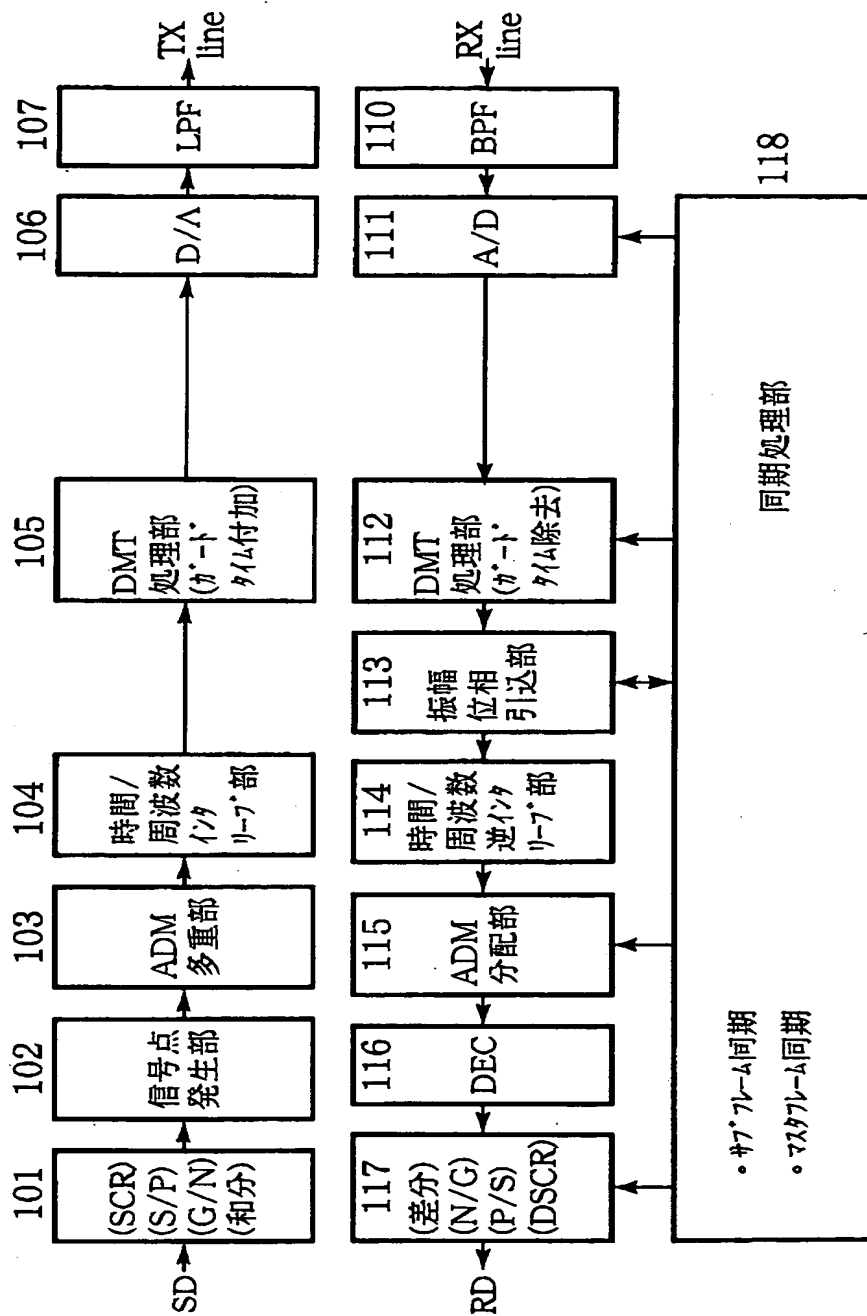
【図 1 1】

特性比較説明図

データ伝送路の 課題	変調方式					実現ポイント
	QAM	DMT	OFDM	SS	本発明	
回線等化	▲	○	○	▲	○	DMT技術導入
マルチパス	▲	○	○	○	○	DMT技術導入
不要帯域除去	○	▲	▲	▲	○	QAM伝送路で対応
雑音変動	○	▲	▲	○	○	時間と周波数積分で実施

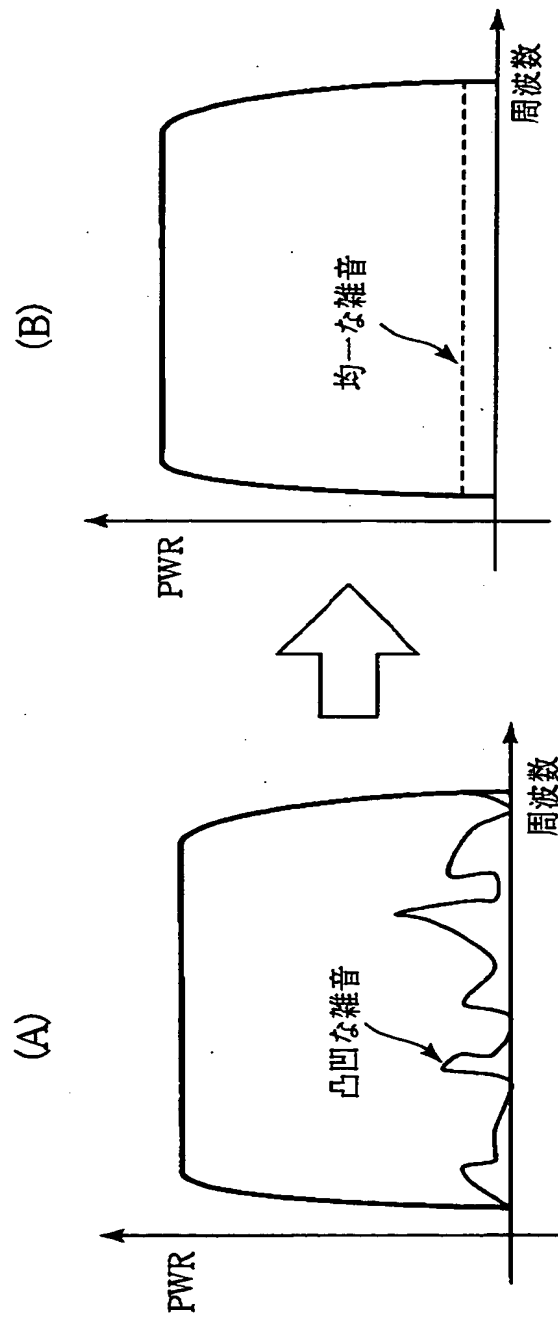
【図12】

先に提案したデータ伝送装置の説明図



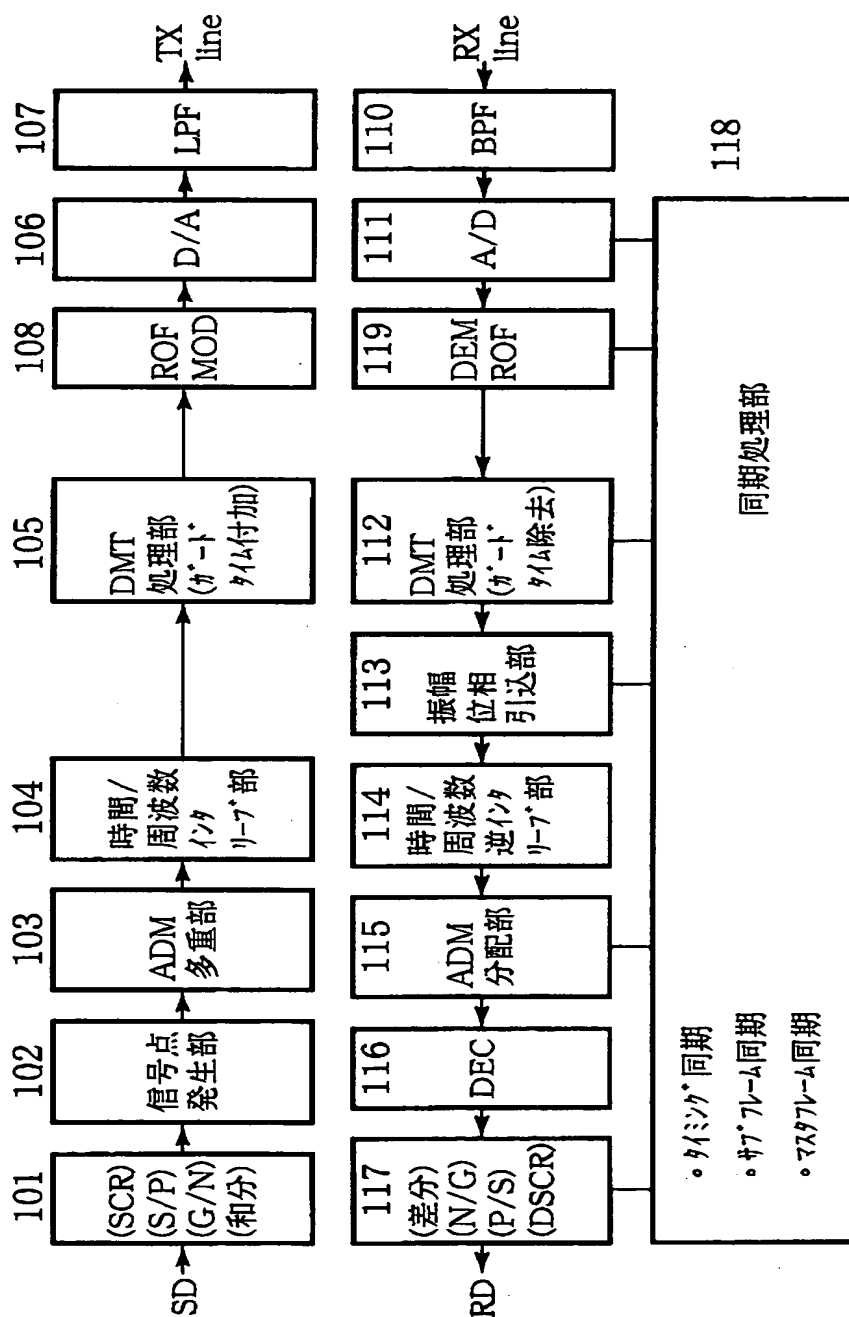
【図 1 3】

雑音特性の説明図



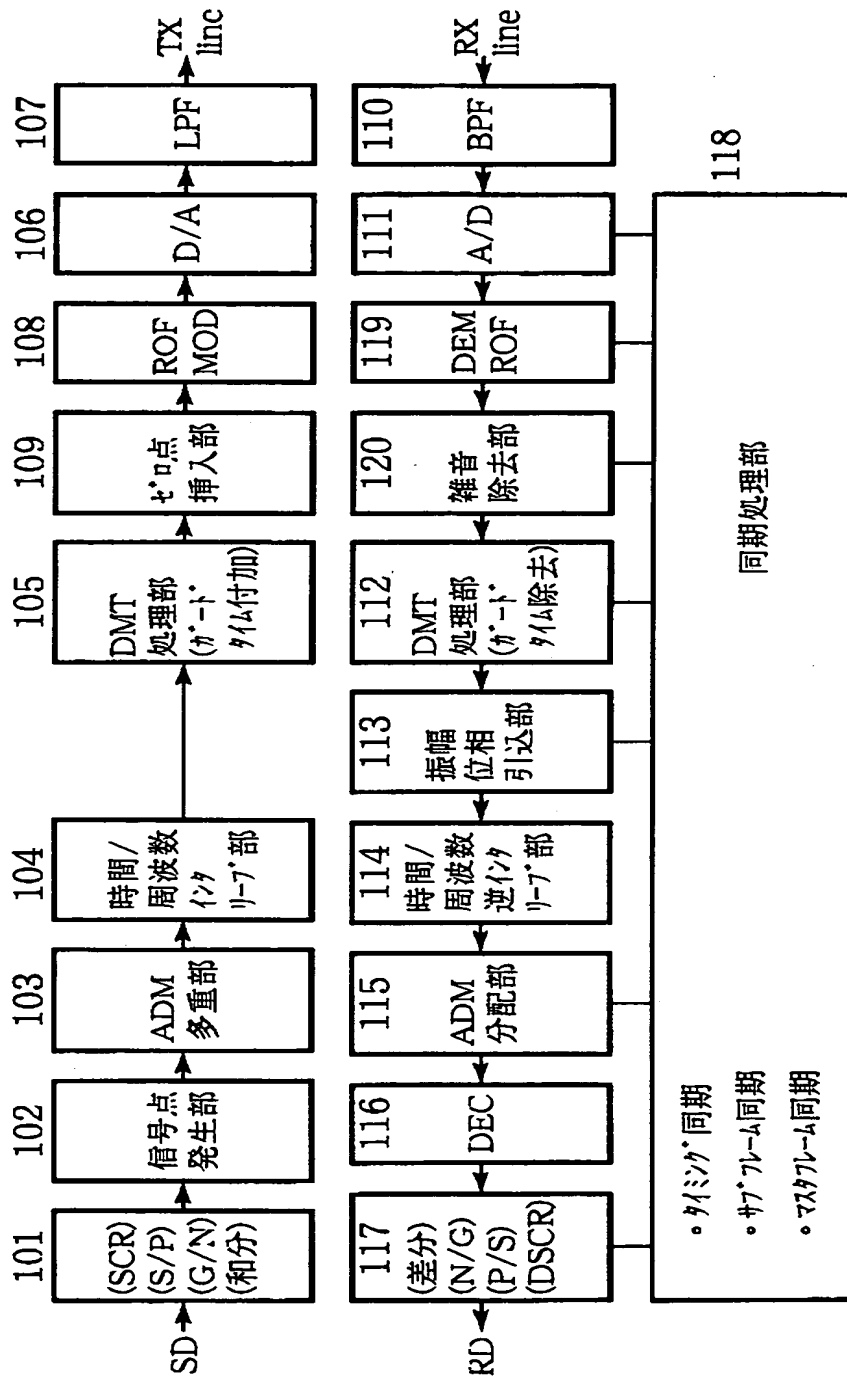
【図 14】

先に提案した他のデータ伝送装置の説明図



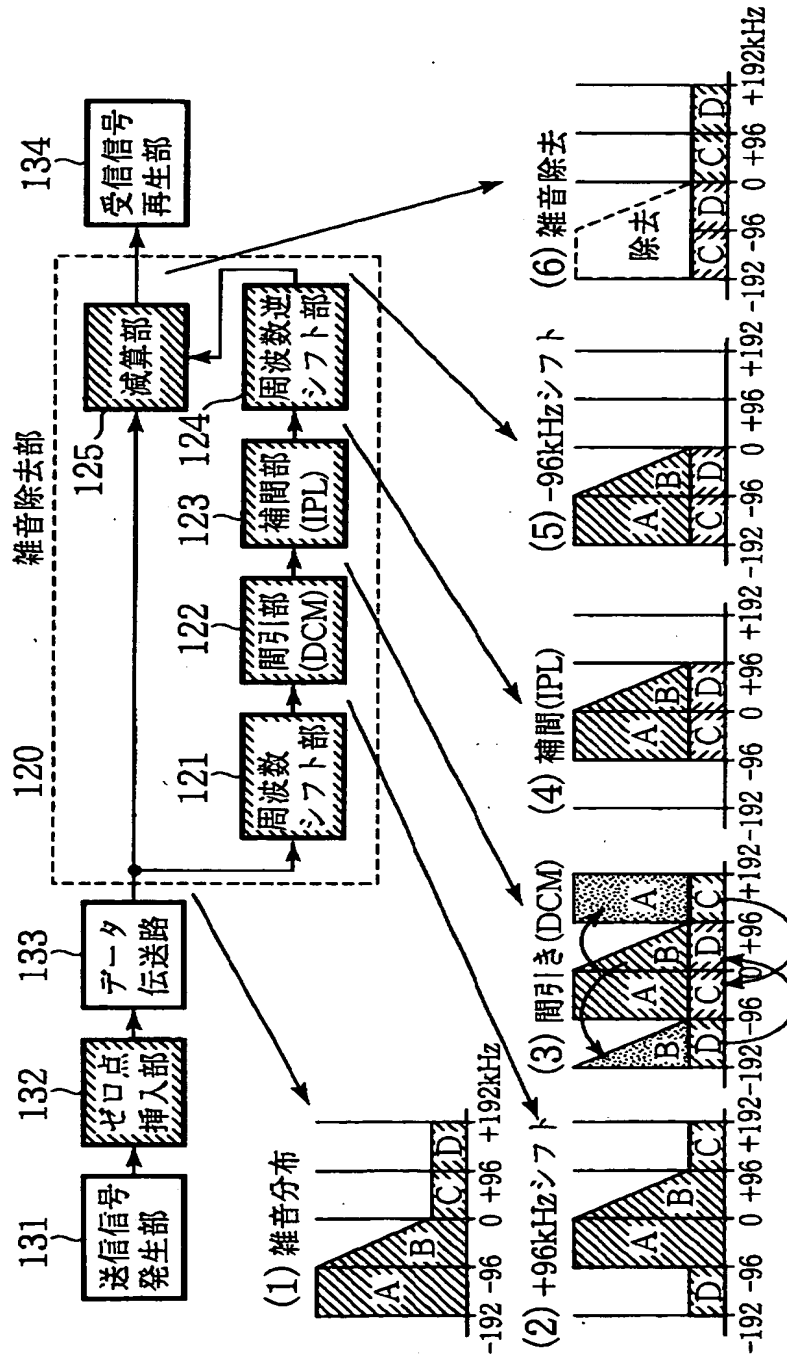
【図 15】

先に提案した雑音除去手段を設けたデータ伝送装置の説明図



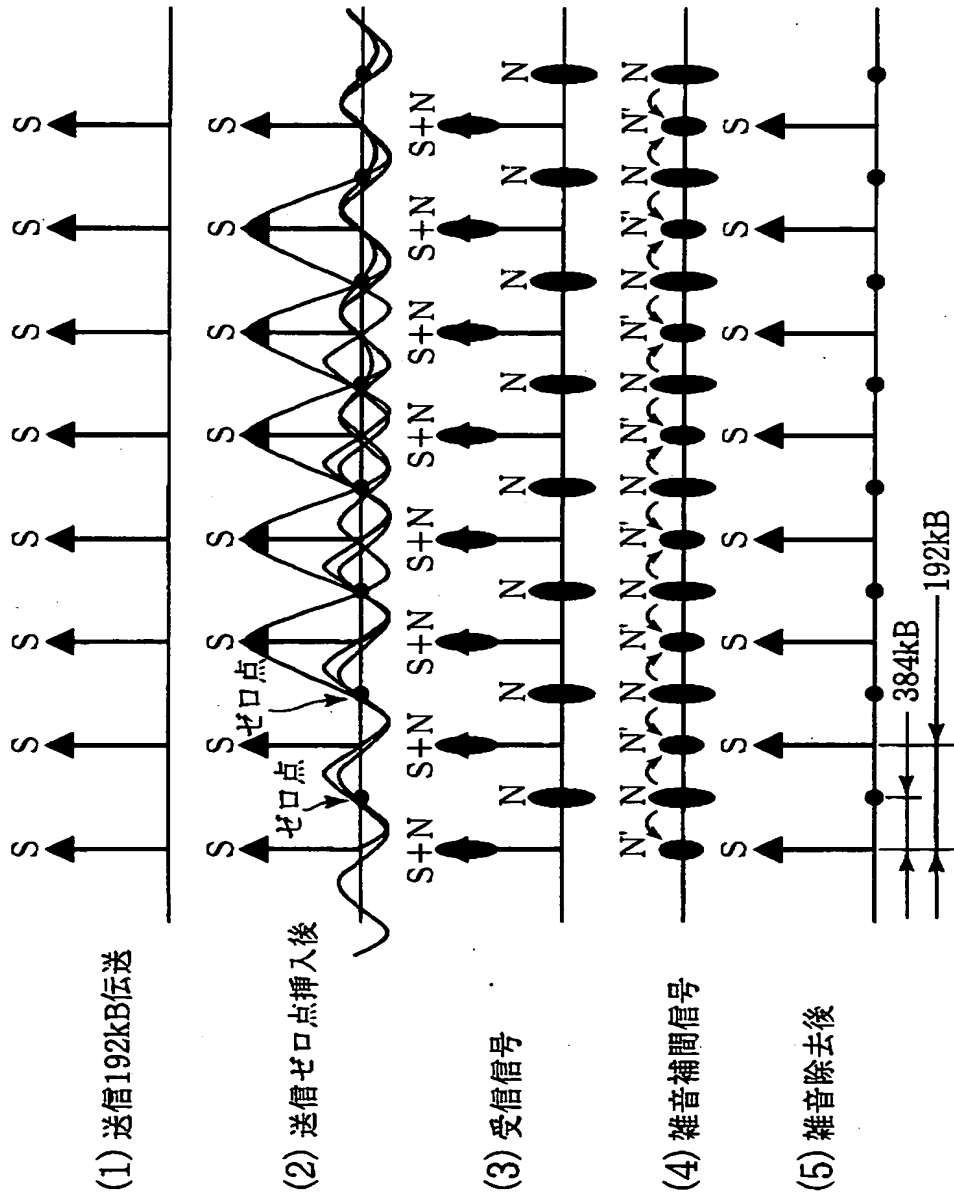
【図16】

雑音除去部の説明図



【図 17】

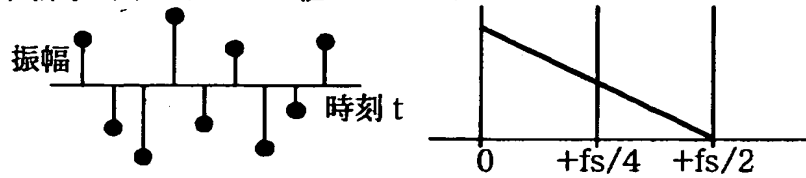
雑音除去の動作説明図



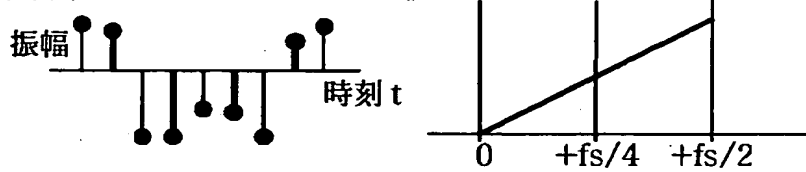
【図 1 8】

間引き処理の説明図

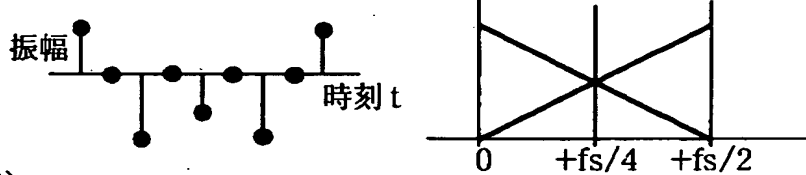
(1) 信号 $S(n)$ のサンプル値とスペクトラム



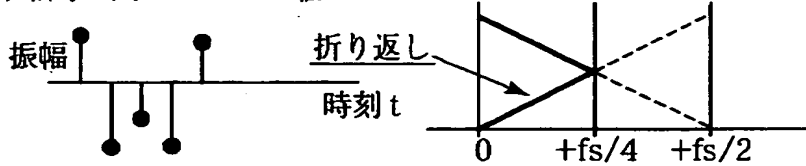
(2) 信号 $(-1)^n * S(n)$ のサンプル値とスペクトラム



(3) 信号 $t(n)$ のサンプル値とスペクトラム



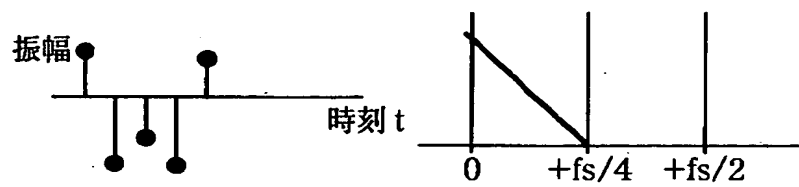
(4) 信号 $u(n)$ のサンプル値とスペクトラム



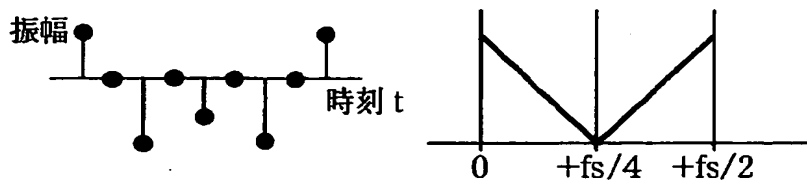
【図 1 9】

補間処理の説明図

(1) 信号 $u(n)$ のサンプル値とスペクトラム

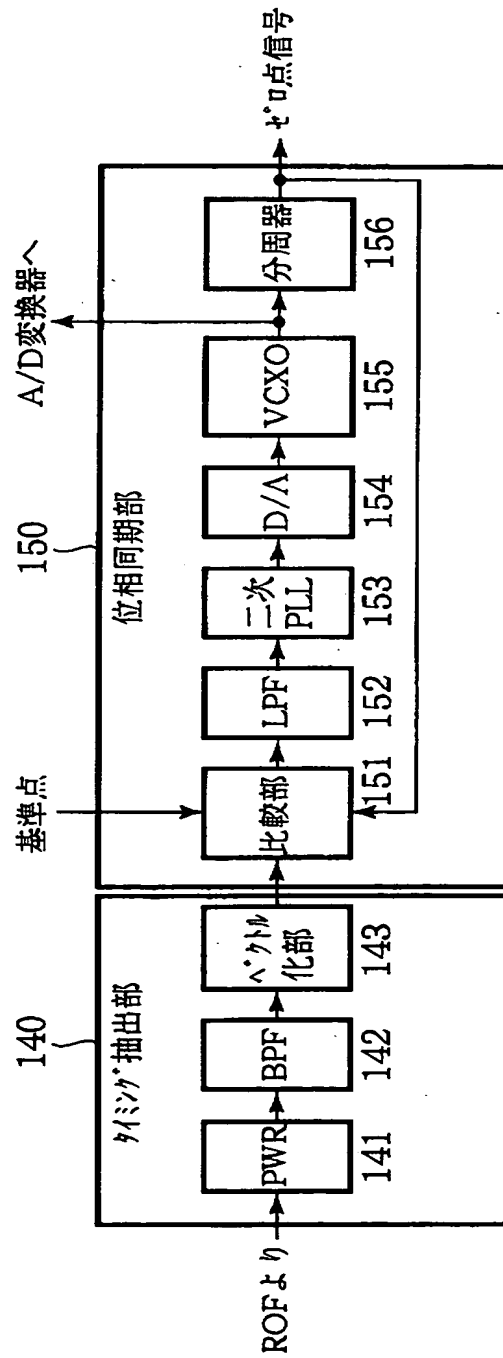


(2) 信号 $t(n)$ のサンプル値とスペクトラム



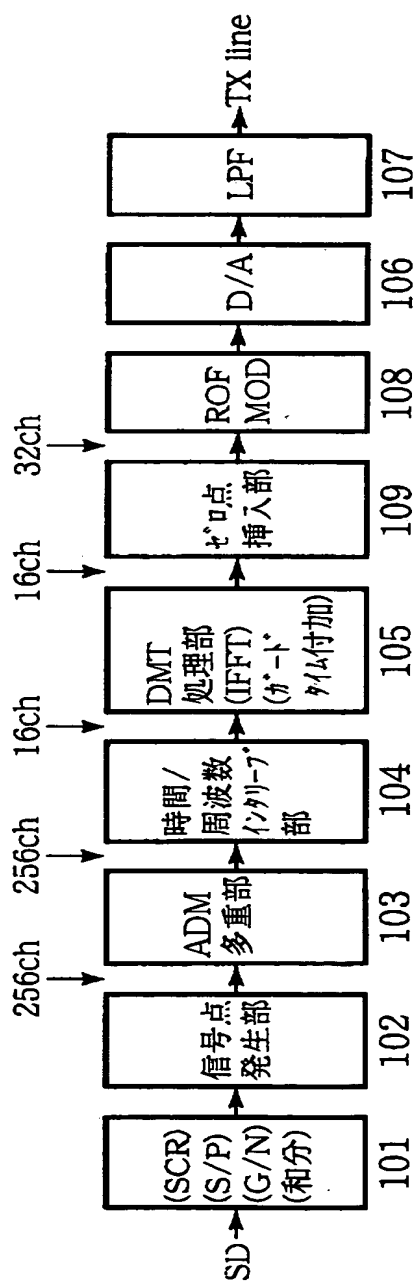
【図 2 0】

タイミング発生部の説明図



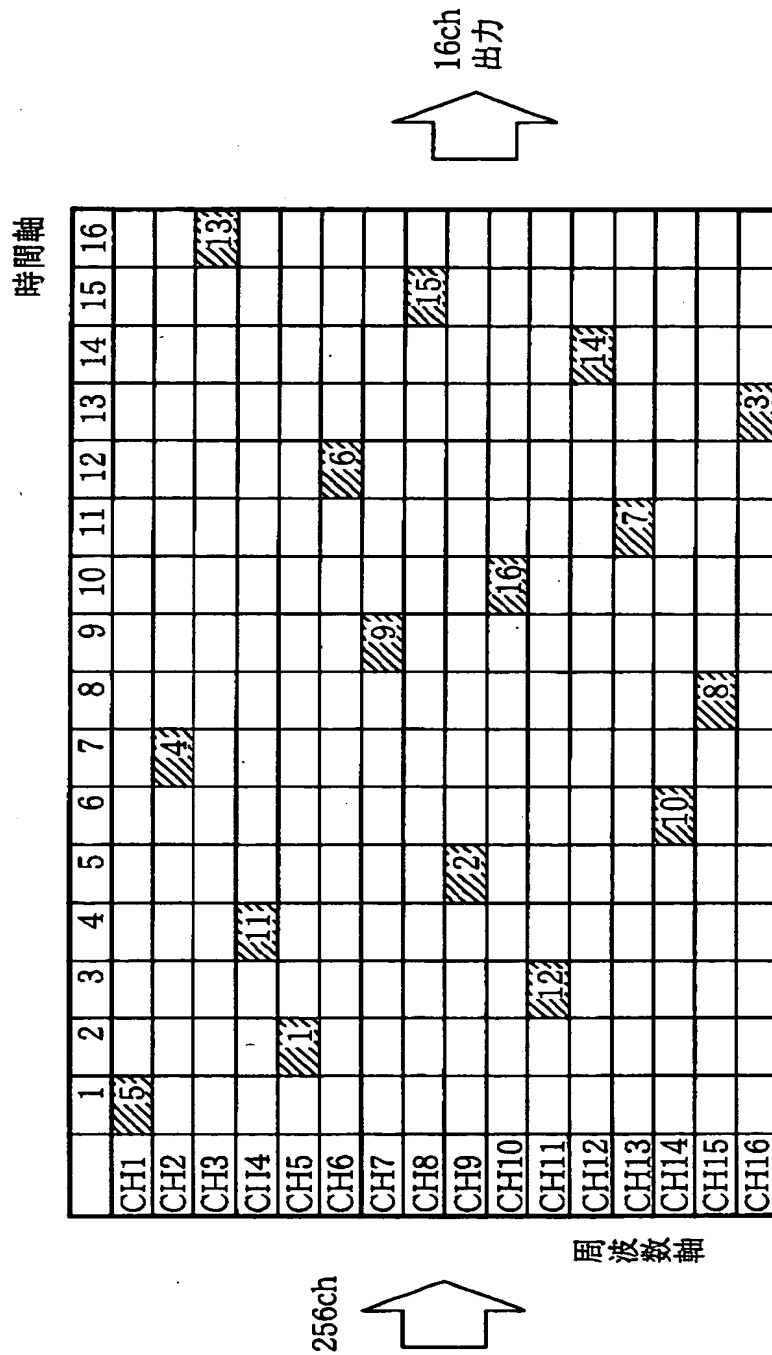
【図 21】

チャネル数の説明図



【図 22】

二次元インタリーブの説明図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マルチキャリア方式でデータを伝送するデータ伝送方法及びデータ伝送装置に関し、二次元インタリーブを施して安定なデータ伝送を行わせる。

【解決手段】 マルチキャリア方式に於いて、送信側に、第 1，第 2 の二つの高速逆フーリエ変換部（IFFT）4，8 の間に、時間／周波数インタリーブ部 6 を設けて、時間軸及び周波数軸の二次元インタリーブを施して送信し、受信側は、第 1，第 2 の二つの高速フーリエ変換部（FFT）25，30 の間に時間／周波数逆インタリーブ部 28 を設けて、回線側で発生した時間軸及び周波数軸に関して不均一な雑音特性に対して均一な雑音特性とし、安定したデータ伝送を実現するデータ伝送方法及びデータ伝送装置である。

【選択図】 図 1

認定 - 付加情報

特許出願の番号	特願2001-186274
受付番号	50100891786
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成13年 6月26日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005223
【住所又は居所】	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
【氏名又は名称】	富士通株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100105337
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門二丁目9番11号 信和ビル
【氏名又は名称】	眞鍋 潔

【代理人】

【識別番号】	100072833
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門二丁目9番11号 信和ビル
【氏名又は名称】	柏谷 昭司

【代理人】

【識別番号】	100075890
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門二丁目9番11号 信和ビル
【氏名又は名称】	渡邊 弘一

【代理人】

【識別番号】	100110238
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門二丁目9番11号 信和ビル
【氏名又は名称】	伊藤 壽郎

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社